COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 24 MAI 1897,

PRÉSIDENCE DE M. A. CHATIN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

HISTOIRE DES SCIENCES. — *Outils et armes de l'âge du cuivre pur en Égypte : procédés de fabrication. Nouvelles recherches;* par M. Berthelot.

« M. de Morgan m'a adressé, le 28 mars dernier, de nouveaux objets, les uns trouvés par lui, et d'autres par M. Amelineau, remontant aux âges les plus anciens de l'Empire égyptien : le tout m'est parvenu le 10 avril.

» Sur l'origine de ces objets, je ne puis que m'en remettre à la garantie de M. de Morgan, dont on connaît la légitime autorité en ces questions; la date ne pouvant être rendue absolument certaine que dans le cas où des objets de ce genre portent des inscriptions, telles que celles du sceptre de Pépi Ier en Égypte (1), ou bien de la lance du roi de Kish, à Tello (2). A défaut d'une inscription sur l'objet même, la certitude, ou plutôt la probabilité, résulte de l'examen des objets trouvés dans la même tombe, jointe

(1) *La Chimie au moyen âge,* t. I, p. 365.

(2) *Annales de Chimie et de Physique,* 7e série, t. XI, p. 61.

à la démonstration, que la tombe n'a pas été violée à des époques postérieures, comme il est trop souvent arrivé en Égypte; les voleurs ayant pu y introduire ou y abandonner des instruments et objets divers, contemporains de leur temps.

» I. Le premier objet que j'ai examiné et le plus ancien est une sorte de cupule métallique rougeâtre, trouvée à Négadah, dans une sépulture royale extrêmement ancienne, en compagnie de divers objets et de courtes inscriptions en caractères très archaïques. Parmi ces objets figurent de longues lames de silex taillées, des animaux en ivoire et en cristal de roche, des vases d'obsidienne et de terre cuite, et quelques fragments d'or : ces antiquités seraient les plus anciennes connues en Égypte. La sépulture qui les renferme était composée de 27 chambres; elle n'avait pas été spoliée, mais complètement brûlée, peu de temps après l'inhumation.

» Voici les résultats fournis par l'objet de cuivre que M. de Morgan m'a adressé.

» C'est une cupule de forme circulaire; elle présente à sa partie supérieure un diamètre de 52^{mm} dans une direction, de 54^{mm} dans la direction rectangulaire; le rebord est plan sur une largeur de 5^{mm} à 6^{mm} et une épaisseur de 4^{mm}; puis l'objet est creusé en forme de coupe, profonde au centre de 10^{mm} en tout, à compter depuis la surface supérieure du rebord, c'est-à-dire de 6^{mm} au-dessous du plan inférieur limitant le rebord qui vient d'être signalé. L'épaisseur du métal au fond est de 5^{mm}. L'objet est en outre recouvert d'une double patine : l'une verte formant enduit, l'autre blanche, irrégulièrement répartie.

» Cette cupule est fragile, c'est-à-dire facile à briser; sans doute par suite de la désagrégation du métal, résultant de ce qu'elle est oxydée à cœur. En effet, elle est constituée par du cuivre métallique en grande partie transformé en protoxyde. La matière ne renferme ni arsenic, ni autres métaux en proportion notable.

» L'enduit vert contient du chlore, de l'acide carbonique et du cuivre, c'est-à-dire de l'atakamite (oxychlorure) et du carbonate de cuivre. L'oxychlorure de cuivre a servi d'intermédiaire à la transformation du cuivre en protoxyde, conformément à un mécanisme régulier, que j'ai défini par des expériences et qui préside à l'altération progressive et continue des objets de cuivre archaïques, soit sous terre, soit même dans les musées [1]. La portion superficielle de la patine, dans les régions blanchâtres, renfermait du carbonate de chaux, du sable et une trace de chlorures.

---

[1] *Annales de Chimie et de Physique*, 7e série, t. IV, p. 552.

» Quelle était la destination de l'objet que je viens de décrire? C'est ce qu'il est difficile de décider, en l'absence de tout autre en relation avec lui. Toutefois, il semble difficile d'admettre qu'il constituât un ensemble à destination propre (sauf le cas d'amulette?). C'était sans doute un appendice rattaché à quelque chose plus importante, formée de bois ou d'une matière organique (étoffe, cuir, etc.), qui a disparu : par exemple, l'*umbo* d'un bouclier, ou l'ornement de ces armes en bois, usitées chez les anciens Égyptiens, à l'époque reculée où les métaux étaient encore trop rares et trop précieux pour être prodigués. En tout cas, l'absence de l'étain doit être notée.

» Les objets qui suivent ont été découverts par M. Amelineau, à Abydos, dans une tombe très ancienne, quoique probablement plus récente que celle de Négadah.

» II. Le plus important, sans contredit, est une hache plate, rouge, dure et compacte, un peu oxydée et vert-de-grisée à la surface; elle pèse 465^{gr}. Je la mets sous les yeux de l'Académie : elle est constituée par du cuivre à peu près pur, sans étain, ni plomb, ni arsenic. La patine renferme, outre le cuivre, du chlore, de l'acide carbonique, de la chaux, un peu de sable. Mais la masse principale a conservé la dureté et la ténacité métallique. Elle est faiblement oxydée.

» Voici quelles sont les dimensions et dispositions de cette hache. Elle est en forme de carré long, dont deux angles fortement arrondis. Le dos de la hache, haut de 130^{mm}, est rectiligne, un peu renforcé vers son milieu. En haut et en bas, il est coupé à angle droit par deux autres côtés, rectilignes sur une longueur de 80^{mm} environ, puis s'arrondissant de part et d'autre, pour former le tranchant ou quatrième côté. La distance entre le milieu du tranchant et le milieu du dos, c'est-à-dire la largeur maxima de la hache, est de 85^{mm}. L'épaisseur moyenne de la hache est de 4^{mm} à 5^{mm} environ, assez uniforme, sauf vers le tranchant, qui s'amincit au centre jusque vers 1^{mm}, dans son état actuel, sans doute émoussé.

» Ce qui caractérise surtout cette hache plate, c'est son mode d'emmanchement. En effet, elle est percée, au milieu de sa hauteur, à une distance de 25^{mm} du dos et de 50^{mm} du tranchant, par un large trou rond, d'un diamètre égal à 10^{mm}. Ce trou servait évidemment à fixer la hache à un manche en bois solide, au moyen d'une forte cheville, enfoncée dans le trou.

» J'observerai encore que la forme de cette hache répond à celle de certaines haches primitives et préhistoriques, trouvées en divers endroits d'Europe et d'Asie, et constituées soit par du bronze, soit par du cuivre pur.

» A cet égard, sa composition est caractéristique de l'âge de cuivre égyptien, c'est-à-dire d'une époque où le bronze, plus dur et plus résistant que le cuivre, n'était pas encore employé dans la fabrication des armes.

» Parmi les autres objets trouvés dans le même tombeau, il en est qui sont également caractéristiques à cet égard et fort intéressants par leur mode de fabrication : ce sont des aiguilles et un ciseau, dont la destination exigeait l'emploi du métal le plus dur qui fût connu à ces lointaines époques.

» Quatre aiguilles et objets de cet ordre figurent dans l'envoi de M. de Morgan.

» III. Je citerai d'abord une grosse aiguille cylindrique, longue de 80^{mm}, épaisse de 2^{mm}. Cette aiguille est formée par du cuivre à peu près pur. Le chas, aujourd'hui obturé par l'oxydation, est en forme de losange. Le corps de l'aiguille même porte du haut en bas la trace d'une longue fente, à peu près verticale, visible d'un seul côté. Cette disposition est très intéressante, car elle montre que l'aiguille a été fabriquée au moyen d'une lamelle étroite de métal.

» L'ouvrier a d'abord aplati au marteau un morceau de métal, obtenu par la fusion du minerai, de façon à constituer une feuille, épaisse de 1^{mm} environ ; puis il a découpé dans cette feuille une longue lamelle étroite, destinée à fabriquer l'aiguille, et il l'a repliée dans le sens longitudinal, en forgeant l'aiguille proprement dite.

» Vers la pointe, la fente cesse d'être parallèle à l'axe, en prenant une direction un peu oblique; sans doute dans le but de constituer la pointe avec une seule épaisseur de lame, sans l'affaiblir par quelque superposition. Ces dispositions rendent compte d'ailleurs de la structure canaliculée, que j'ai signalée précédemment sur une aiguille de cuivre, trouvée par M. de Morgan dans la nécropole de Toukh ([1]).

» Le chas même de l'aiguille, dont j'ai parlé plus haut, a été obtenu par une fente longitudinale, pratiquée à la partie supérieure de la lame de cuivre. Les bords en ont été écartés, puis chacun d'eux incurvé sous un angle à concavité intérieure.

» L'ouvrier a ensuite rapproché les deux extrémités libres, de façon à fermer le losange, soit au marteau, soit peut-être en le brasant, de façon à laisser ouverte la partie centrale. Le trou de l'aiguille a été ainsi obtenu sans l'emploi d'un agent de perforation.

» Il est intéressant de rencontrer, dès cette époque reculée, des procédés de fabrication des outils métalliques, semblables à quelques-uns des

([1]) *Annales de Chim. et de Phys.*, 7e série, t. XI, p. 58.

procédés encore usités de notre temps, par exemple dans la fabrication de certains tubes et canons de fusil.

» IV. Les mêmes procédés ont été mis en œuvre pour la fabrication d'un objet beaucoup plus volumineux qu'une aiguille, je veux dire un petit ciseau métallique, trouvé en même temps que les aiguilles. Ce ciseau est constitué par une tige quadrangulaire, longue actuellement de 80^{mm}, mais dont la partie supérieure manque. La largeur est de 4^{mm}, l'épaisseur de 2^{mm} environ. La partie inférieure se termine par un biseau tranchant, aplati suivant un plan passant par l'axe du ciseau et parallèle aux faces les plus minces; ce biseau aplati a environ 5^{mm} à 6^{mm} de large sur autant de longueur; il se termine par un tranchant, qui devait être fort aigu dans son état primitif; actuellement, quoiqu'en partie ébréché et oxydé, son épaisseur ne dépasse guère $\frac{1}{3}$ de millimètre.

» Le métal est constitué par du cuivre à peu près pur (industriellement parlant), sans étain; mais il est recouvert de vert-de-gris et d'une série de points ou granules saillants, composés par du protoxyde de cuivre, résultant de l'altération du métal; aussi l'objet est-il devenu fragile, en raison de cette désagrégation.

» La tranche du métal, examinée sur une fracture fraîche, décèle le procédé de fabrication. L'ouvrier a pris une lame de cuivre épaisse de 1^{mm} environ et de la longueur convenable, il y a tracé deux sillons parallèles distants de 4^{mm}, sur la longueur destinée à former l'outil. A droite et à gauche de ces sillons, il a coupé la lame parallèlement, à une distance de 2^{mm} du sillon; puis il a rabattu les deux côtés sur la portion centrale, jusqu'à ce qu'ils se fussent rejoints de façon à constituer un barreau ou tige quadrangulaire des dimensions signalées plus haut; peut-être a-t-il brasé ensuite la jonction. En tout cas, on en aperçoit parfaitement la trace rectiligne et parallèle à l'axe du barreau, sur la partie centrale de l'une des deux larges faces de ce barreau, à l'exclusion des trois autres faces. Cette ligne subsiste sur toute la longueur; mais en se recourbant sous forme d'hélice de façon à passer sur la face étroite adjacente, jusque vers le point où l'on arrive au biseau, point auquel se produit une légère déviation; ce biseau étant constitué par la réunion des lames, aplaties l'une sur l'autre pour former le tranchant.

» En somme, ce ciseau a été fabriqué par le même procédé que l'aiguille décrite précédemment: la réduction du métal en lames minces. Le travail de celles-ci était sans doute plus facile que la fabrication directe d'une barre massive, pour les ouvriers de cette époque.

» V. Cependant, un procédé de fabrication un peu différent, quoique toujours fondé sur l'emploi des lames minces de cuivre, nous est révélé par l'examen d'un autre objet de même origine, que j'ai trouvé parmi ceux qui m'ont été remis et dont la composition est également celle du cuivre industriellement pur. Cet objet a la forme d'une aiguille canaliculée, longue de 55^{mm}, d'un diamètre de 1^{mm}. Il est constitué par une lame étroite et très mince, tordue en spirale, formant plusieurs tours sur sa longueur. Sa disposition rappelle la fabrication des canons de fusil rubanés et celle du tube hélical, en acier fondu laminé à froid, employé aujourd'hui dans la fabrication des cadres de certaines bicyclettes.

» VI. Un objet similaire, long de 85^{mm} et épais de 2^{mm} est constitué aussi par une feuille métallique étroite, tordue en spirale, mais dont les parois n'ont pas encore été rapprochées en un système régulier. Elle paraît représenter le début de la fabrication. Elle est composée de cuivre, avec une trace d'arsenic.

» VII. L'envoi de M. de Morgan renferme encore divers débris de cuivre, dont il n'est pas possible d'assigner la destination originelle, mais qui offrent ce caractère commun de représenter tous des lames ou fragments de lames, savoir :

» 1° Un fragment triangulaire, irrégulier, en forme de triangle rectangle équilatéral, de 30^{mm} sur 30^{mm}, épais d'un demi-millimètre : cuivre fortement arsénical ;

» 2° Un fragment plus grand, rappelant la forme de la hache ci-dessus, mais non troué; de 60^{mm} au dos, sur 44^{mm} en largeur maxima et 1^{mm} d'épaisseur : cuivre avec trace d'arsenic ;

» 3° Trois fragments semblables irréguliers;

» 4° Deux longues rognures de cuivre;

» 5° Une très petite lame régulière, ou fragment de feuille.

» VIII. Je signalerai enfin une lame longue de 85^{mm}, large de 5 à 6^{mm}, à bords irréguliers, épaisse d'un demi-millimètre : cuivre avec trace d'arsenic. Ce qui la distingue, c'est l'existence de deux trous de clous, l'un de 1^{mm}, l'autre de $0^{mm},3$. Ces trous ont été percés avec une pointe et portent l'empreinte de la tête des clous, rivée au marteau. Si j'insiste sur ces circonstances, c'est qu'elles contrastent avec le procédé employé pour fabriquer le chas de l'aiguille (III) que j'ai décrite plus haut.

» La lame dont il s'agit ici a dû être fixée autrefois comme garniture sur un objet de bois ou analogue, tel qu'un coffret, qui a disparu.

» Tels sont les objets soumis à mon examen. Ils sont tous constitués,

je le répète, par du cuivre à peu près pur, renfermant parfois de l'arsenic, mais ne contenant ni étain, ni plomb, ni zinc. Cette composition est caractéristique.

» Ce n'est pas que la fabrication de lames et objets en cuivre pur n'ait eu lieu à toute époque et ne subsiste même aujourd'hui; mais on a cessé depuis longtemps de fabriquer des outils, tels que des aiguilles ou des ciseaux, et des armes, telles que des haches, avec le cuivre pur. Le bronze d'abord, puis le fer, l'ont remplacé, pour tous les emplois qui exigent un métal dur et résistant. L'existence des objets précédents et leur mélange avec des lames de silex paraissent donc se rapporter à une population qui en était encore à l'âge du cuivre pur proprement dit. »

HISTOIRE DES SCIENCES. — *Sur divers liquides contenus dans des vases antiques.* Note de M. **Berthelot**.

« J'ai eu occasion d'examiner récemment des liquides trouvés dans des vases et tombeaux antiques; il paraît utile d'en donner ici l'analyse.

A. *Liquides provenant d'un flacon trouvé près de Reims.*

» Deux de ces liquides m'ont été remis par M. Th. Habert, conservateur du Musée archéologique et céramique de la ville de Reims. Ils ont été extraits par lui d'un flacon de verre trouvé dans les environs, et qu'il regarde comme appartenant à l'époque gallo-romaine.

» Ce flacon, à panse arrondie et à goulot un peu large, muni d'une anse, avait une capacité d'un demi-litre environ. Il renfermait un liquide aqueux, surmonté par une matière grasse, en grande partie fluidifiée.

I. — Matière grasse.

» On a d'abord analysé la matière grasse. On a décanté la portion liquide et isolé la portion solide, par une série de compressions ménagées.

» *Portion solide.* — Sur une portion on a titré l'acide libre, par un essai alcalimétrique, fait au moyen de la potasse et avec le concours de l'alcool. Je demande la permission de rappeler que le principe de ce procédé, aujourd'hui fort usité, a été signalé par moi, en 1855 [1], pour le dosage volumétrique, par le tournesol et un alcali, des acides gras mélangés aux corps gras neutres.

---

[1] *Journal de Pharmacie*, 3e série, t. XXVII, p. 30.

» Une autre portion a été délayée dans un lait de chaux et traitée aussitôt par l'éther. On a trouvé ainsi :

	Acide gras calculé comme acide	
	stéarique.	palmitique.
Acide libre...............	88,3	79,6
Corps gras neutre.........	17,6	17,6
	105,9	97,2

» D'après ce calcul, sur 100 parties, l'acide gras libre actuel était formé de deux tiers environ d'acide stéarique (mêlé d'acide oléique), et d'un tiers d'acide palmitique.

» *Portion liquide.* — Elle est beaucoup plus abondante, très visqueuse, jaunâtre, douée d'une odeur rance fortement prononcée, jaunâtre, très soluble dans l'alcool, qu'elle rend fluorescent. Le titrage alcalimétrique répond à un acide dont le poids, évalué suivant l'équivalent de l'acide oléique, représenterait 79 centièmes du total. Mais ce chiffre est trop fort, d'après les résultats obtenus dans un essai spécial pour doser la matière neutre; essai, d'ailleurs, que la solubilité de l'oléate de chaux dans l'éther a empêché de fournir un résultat précis.

» Quoi qu'il en soit, cette analyse montre que la matière grasse contenue dans le flacon était, en majeure partie, acidifiée et oxydée : une certaine portion demeurant à l'état de matière neutre. Ces résultats répondaient probablement à l'existence primitive, dans le flacon, d'une matière grasse neutre, telle qu'une huile végétale. Une graisse animale aurait fourni une matière concrète à la température ordinaire ; en raison de la prépondérance des glycérides provenant des acides gras solides dans une semblable graisse.

» Les altérations subies sont d'ailleurs semblables à celles que M. Friedel a signalées récemment pour des matières grasses trouvées dans des tombes égyptiennes (*Comptes rendus*, t. CXXIV, p. 648).

» Toutefois, celles que j'examine en ce moment ont éprouvé, de la part de l'eau, des réactions spéciales, dont il va maintenant être question.

II. — Liquide aqueux.

» En effet, le flacon renfermait, dans sa partie inférieure, une couche aqueuse. Ce dernier liquide contient des matières organiques et des matières minérales.

» La matière organique est constituée par un mélange d'acides volatils avec la vapeur d'eau ($C^nH^{2n}O^2$) et d'acides fixes ($C^nH^{2n-2}O^4$), mélangés

d'acides $C^nH^{2n-2}O^3$?. L'acidité totale répond à un quart d'équivalent d'acide au litre : pour en préciser le poids, il faudrait savoir à la fois la nature spécifique de ces acides et le volume total du liquide aqueux, lequel m'est inconnu. On a seulement constaté que la proportion équivalente des acides volatils répondait sensiblement au tiers du titre acide total, dans le liquide aqueux.

» Ce rapport mérite attention. En effet, il répondrait à une formation simultanée des deux systèmes équivalents

$$C^nH^{2n-2}O^4 \quad \text{et} \quad C^{n-1}H^{2n-2}O^2 + CO^2,$$

formés en proportion égale. Ces deux systèmes résultent en effet de la métamorphose, par oxydation, d'un acide gras monobasique, à la fois en un acide bibasique, de même richesse en carbone, et d'un acide monobasique homologue immédiatement inférieur :

$$C^nH^{2n}O^2 + O^3 = \left\{ \begin{array}{l} C^nH^{2n-2}O^4 + H^2O, \\ C^{n-1}H^{2n-2}O^2 + CO^2 + H^2O. \end{array} \right.$$

Ce mécanisme est précisément celui qui préside à l'oxydation graduelle des acides gras par les réactifs ordinaires, ainsi que je l'ai constaté spécialement, en oxydant les acides acétique et butyrique par le permanganate de potasse ([1]). L'oxygène de l'air, par son action lente, opérerait de la même manière.

» Après neutralisation, ce liquide a été évaporé au bain-marie et traité par l'alcool mêlé d'éther. Ce dernier, évaporé à froid, a laissé une dose très notable de glycérine, presque pure.

» Les matières minérales contenues dans ce liquide aqueux consistaient en de petites quantités de chlorures et d'azotates. Il n'y avait pas d'ammoniaque sensible.

» Ces résultats montrent que le liquide aqueux n'était pas constitué par une saumure, placée au fond du flacon à l'origine, en même temps que l'huile, conformément à certaines pratiques des anciens.

» L'orifice du flacon étant demeuré ouvert, je pense que le liquide aqueux n'est autre que de l'eau d'infiltration, provenant du terrain où ce vase était enfoui, et dont l'action chimique s'est ajoutée à celle de l'oxygène pour produire l'altération lente de la matière grasse. On doit seulement noter deux choses: savoir la persistance d'une certaine proportion de

---

([1]) *Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. XV, p. 367; 1868.

corps gras neutres, même après une quinzaine de siècles, et surtout celle de la glycérine. Les glucoses et sucres dissous auraient probablement disparu dans ces conditions.

B. *Liquide provenant d'un tombeau syrien.*

» Ce liquide a été adressé, par un Maronite, au Président de la République, comme étant, d'après l'expéditeur, le liquide dont les Phéniciens se seraient servis pour conserver les corps; la lettre ne contenait d'ailleurs aucun détail sur les conditions de la trouvaille. Mais un examen plus approfondi de ces conditions m'a paru inutile, le liquide n'étant autre que de l'eau, avec de petites quantités de bicarbonate de chaux, de chlorures et des traces d'azotates. C'est sans doute de l'eau d'infiltration, comme la précédente.

» J'ai déjà signalé plusieurs exemples de ce genre, lors de mes recherches sur un vin antique contenu dans un vase gallo-romain scellé à la lampe [1]. Ainsi le liquide contenu dans un balustre creux, provenant d'un verre à boire, conservé au Musée de Rouen, n'était autre que de l'eau. De même un liquide contenu dans un vase de verre bleu, du Musée du Louvre.

» En général, les observateurs doivent se tenir en méfiance contre l'introduction accidentelle d'infiltration de l'eau dans les vases antiques. »

CHIMIE. — *Action de la lumière sur les mélanges de gaz dont elle provoque la combinaison, en particulier, sur les mélanges de chlore et d'hydrogène;* par MM. **Armand Gautier** et **H. Hélier**.

« L'étude de l'action de la chaleur sur les mélanges de gaz aptes à se combiner nous a conduits à cette conclusion que, pourvu qu'on empêche l'élévation de température résultant du dégagement de chaleur provoqué par la combinaison elle-même, à partir du moment où celle-ci commence, elle atteint en quelques minutes, quelquefois en une fraction de minute, un maximum qui, pour chaque température, n'est plus sensiblement dépassé, quelque soit le temps durant lequel les gaz réagissent [2]. Nous

---

[1] *Ann. de Chim. et de Phys.*, 5e série, t. XII, p. 415.

[2] Nous rappellerons qu'en 17 secondes 1,6 pour 100, seulement, du mélange tonnant $H^2 + O$, s'unissent à 260°; 9,78 pour 100 à 331°; 14 pour 100 à 425°, etc., sans que ces proportions puissent être dépassées sensiblement quand, opérant dans la porcelaine de Berlin, on maintient constantes les températures. A 825°, 96 pour 100 du mélange tonnant se combinent presque instantanément, mais sans explosion. (Voir

avons donc été amenés à nous demander si la même loi régit l'union des gaz entre eux lorsque cette union se fait, sans combinaison explosive ni élévation sensible de température, sous l'influence de l'influx lumineux.

» Dans ce but, nous nous sommes adressés particulièrement aux mélanges de chlore et d'hydrogène.

» Les anciennes recherches de Bunsen et Roscoë sur les vitesses de combinaison du chlore à l'hydrogène sous l'action de la lumière ([1]) ne pouvaient permettre de résoudre la question précédente. D'une part, dans ces expériences, les quantités de lumière qu'on faisait agir sur les mélanges gazeux étaient restées indéterminées; d'autre part, on ne pouvait savoir si, pour chaque intensité lumineuse, la combinaison se limitait grâce à l'acide chlorhydrique qui se forme. Ces savants opéraient, en effet, en présence de l'eau et sur des gaz humides; dans ces conditions, l'acide chlorhydrique formé se dissout instantanément, et par conséquent échappe à la réaction. Ils remarquèrent même qu'après avoir rapidement atteint un maximum, la production d'acide chlorhydrique devient constante sous l'action du flux lumineux, observation dont on pourrait déduire que, si l'acide chlorhydrique n'eût pas été absorbé à mesure qu'il se forme, le phénomène eût été limité. De plus, la présence de l'eau dans le mélange gazeux illuminé ne permet pas d'affirmer qu'il ne se fait pas un peu d'acide hypochloreux ou d'oxygène naissant qui interviennent dans la réaction.

» Nous nous décidâmes donc à opérer sur des gaz secs et purs.

» La préparation de l'hydrogène pur ne fait naître aucune difficulté imprévue ([2]). Celle du chlore pur est plus délicate. Le bioxyde de manganèse naturel donne du gaz carbonique et parfois des oxydes de l'azote. Les hypochlorites et l'électrolyse de l'acide chlorhydrique ou des chlorures fournissent, à chaud ou à froid, un gaz mêlé d'oxyde de chlore, comme on peut s'en assurer en le faisant passer, après dessiccation préalable, dans un tube de porcelaine chauffé au rouge : en recueillant dans une éprou-

---

Comptes rendus, t. CXXII; p. 566; et *Thèse pour le doctorat ès Sciences* de M. H. Hélier, p. 23, 31 et suivantes; Paris, 1896.)

([1]) *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. LV, p. 352.

([2]) On peut l'obtenir avec du sodium et de l'eau, ou plus simplement, avec du zinc laminé qu'on décompose par l'acide chlorhydrique pur dans un appareil préalablement rempli d'eau que déplace d'abord le gaz qui se forme. Ce gaz est ensuite successivement lavé dans du permanganate de potasse chaud, du brome, de la potasse, de la ponce imprégnée de nitrate d'argent, enfin dans une lessive alcaline.

L'électrolyse de la potasse en solution donne aussi de l'hydrogène pur, mais plus difficilement.

vette pleine de potasse les gaz dégagés, il reste toujours de l'oxygène rallumant les corps en ignition.

» Pour obtenir le chlore exempt d'oxydes de chlore et de produits nitreux, nous nous sommes adressés au bioxyde de manganèse précipité de son bichlorure par de l'acide nitrique étendu. Cette poudre bien lavée, mélangée de 6 fois son poids d'acide chlorhydrique pur, ne donne, à froid, qu'un peu de chlore. La majeure partie se transforme en tétrachlorure de manganèse dont la solution, chauffée au bain-marie, se dissocie facilement et régulièrement en chlore et bichlorure $MnCl^2$. 100^{gr} de ce bioxyde fournissent ainsi, pratiquement, 14^{lit} de chlore pur. Ce gaz est exempt d'acide hypochloreux, car, desséché et chauffé au rouge, il est totalement absorbé par la potasse. Il l'est aussi entièrement par le chlorure ferreux. Il ne contient donc pas de bioxyde d'azote, qui d'ailleurs aurait traversé la potasse. C'est du chlore pur.

» *Action réciproque du chlore et de l'hydrogène, secs ou humides, à l'obscurité.* — Au préalable, nous avons voulu savoir si ces deux gaz qui paraissent s'unir si facilement lorsqu'ils sont exposés ensemble à la lumière, ne réagissent pas à la longue, plus ou moins, l'un sur l'autre en dehors de toute action lumineuse et à la température ambiante. Pour cela, il fallait d'abord préparer et conserver leur mélange à l'obscurité absolue.

» Dans ce but, le chlore pur était produit comme il est dit plus haut, dans une petite tourie de grès; il en sortait par un tube de plomb qui le conduisait, après que tout l'appareil avait été purgé d'air, dans un gazomètre en verre rempli d'eau bouillie, installé dans une cave. Le chlore arrivant à la partie supérieure du gazomètre en chassait l'eau en s'y dissolvant partiellement. Quand la moitié de l'eau du gazomètre s'était écoulée [1] on introduisait de même l'hydrogène pur. L'appareil de grès producteur de chlore était placé dans un couloir obscur des sous-sols de la Faculté de Médecine; le tube en plomb à dégagement passait de ce couloir dans la cave, absolument noire, à travers deux portes de chêne, formant une sorte d'antichambre entre le couloir et la cave. Par excès de précaution on avait installé entre les deux portes un épais rideau noir qui permettait aux expérimentateurs de pénétrer dans la cave sans qu'aucune lumière s'y glissât avec eux. Dans cette obscurité complète les gaz s'emmagasinaient, comme on l'a dit, dans le gazomètre. On assurait leur mélange par agitation.

» Dans nos premières expériences, les gaz H + Cl ainsi introduits à

---

[1] On la conduisait, au moyen d'un tube de plomb, hors la cave pour faire la lecture du volume.

volumes sensiblement égaux dans le gazomètre placé dans l'obscurité absolue étaient ensuite déplacés au moyen d'eau à demi saturée de chlore, lavés, desséchés ou non, suivant les cas, sur du chlorure de calcium, puis sur de l'acide sulfurique, enfin envoyés dans un chapelet de tubes d'une contenance de 35^{cc} à 40^{cc}, effilés aux deux bouts réunis entre eux par des caoutchoucs étroits préalablement désulfurés à la potasse chaude. Quand on avait fait circuler dans les tubes effilés 20 à 30 fois leur volume du mélange gazeux, on les fermait successivement en en trempant les deux points dans du mastic Golaz fondu. Toutes ces opérations étaient exécutées dans l'obscurité complète.

» L'expérience a démontré que les gaz hydrogène + chlore, ainsi mélangés à volumes égaux, ou presque égaux, secs ou humides, pouvaient se conserver indéfiniment sans réagir. Pour le démontrer il ne suffisait pas de casser la pointe des tubes dans de l'eau ou dans de l'eau chlorée, et d'observer que, le volume gazeux ne variant pas sensiblement, il ne se formait pas d'acide chlorhydrique. Cette expérience est assez difficile à réaliser dans l'obscurité absolue, et, quoique nous ayons trouvé plus tard que la lumière d'une bougie peut être utilisée sans inconvénient, la lecture des volumes absorbés, lorsqu'on agit sur de faibles quantités, et en présence de gaz eux-mêmes solubles dans l'eau, n'a pas assez de précision pour qu'il soit possible d'affirmer, dans ces conditions, que 1 à 2 pour 100 du mélange n'ont pas été transformés en acide chlorhydrique.

» Nous avons donc eu recours à la recherche chimique de cet acide. Dans ce but, un des tubes précédents, d'une capacité de 40^{cc} environ, fut dans l'obscurité réuni par un de ses bouts effilés, dont on cassait ensuite la pointe, avec un appareil à trois boules en partie plein d'eau. Au moyen d'une trompe on aspirait alors lentement les gaz du tube; une partie du chlore et de l'hydrogène, et l'acide chlorhydrique tout entier, s'il y en avait, se dissolvaient ainsi dans l'eau. On versait alors cette solution aqueuse dans un petit flacon à l'émeri, contenant de la feuille d'argent pur pulvérisée. Dans ces conditions, le métal enlève totalement le chlore dissous sans toucher en rien à l'acide chlorhydrique étendu, ainsi que nous nous en sommes assurés. Toutes ces manipulations terminées dans l'obscurité, on pouvait alors sortir de la chambre noire et titrer, au moyen d'une liqueur de soude décime l'acide chlorhydrique formé. L'expérience a démontré que, dès la première goutte d'alcali, la phtaléine rougit et que, par conséquent, la liqueur ne contient pas la moindre quantité de gaz chlorhydrique. On s'en est du reste assuré qualitativement.

» Nous avons fait la même constatation *volumétriquement,* mais en agissant sur de plus grandes masses de gaz hydrogène et chlore et les laissant au contact durant très longtemps.

» Le 9 décembre 1895, un ballon de 1080^{cc}, jaugé et terminé par un tube effilé semi-capillaire de $0^{m},20$ de long, fut lavé intérieurement à l'acide chlorhydrique bouillant, pour éviter toute action alcaline pouvant venir des parois, puis à l'eau, enfin, séché dans le vide et rempli, dans l'obscurité, du mélange gazeux sec et à volumes égaux, *chlore + hydrogène* [1]. *Pression,* $760^{mm},1$; $t = 10°$. — Ce ballon fut fermé en en plongeant la pointe effilée dans le mastic fondu. Il fut conservé à l'obscurité absolue et ouvert sur l'eau le 22 mars 1897, c'est-à-dire quinze mois et demi après. — *Pression du jour,* $761^{mm},9$; $t = 10°$. — On y fit pénétrer, par refroidissement, 3^{cc} d'eau et, après équilibre de température, on relut le volume. Les gaz s'étaient dilatés de 5^{cc}. En tenant compte de la tension de la vapeur d'eau à 10°, on trouve que le volume gazeux occupé, après absorption par l'eau, diffère du volume primitif de $1^{cc},5$ en moins, ce qui représente environ la quantité de chlore dissous, dans ces conditions, par le volume d'eau introduit. Durant ce contact de quinze mois à l'obscurité complète, il n'y a donc eu aucune combinaison des deux gaz, ou, du moins, la quantité qui pourrait s'être combinée est inférieure au millième du volume gazeux total; elle est de l'ordre des erreurs possibles d'expérience. Nous avons dit que l'essai qualitatif répond aussi négativement.

» Même résultat pour les gaz humides. Un ballon de plus d'un litre, à parois préalablement humectées d'eau, fut rempli du mélange H + Cl et laissé soixante-douze heures dans l'obscurité. Après introduction d'un peu d'eau saturée à moitié de chlore, aucune variation de pression, aucune absorption ne fut observée.

» On peut donc conclure qu'il ne se fait pas d'acide chlorhydrique dans l'obscurité par le contact, même très prolongé, du mélange de chlore et d'hydrogène purs, qu'ils soient secs ou humides.

» *Action d'une faible illumination sur les mélanges de chlore et d'hydrogène.* — Des tubes effilés aux deux bouts, remplis du mélange de ces gaz à volumes égaux, ou presque égaux, et fermés à l'obscurité ainsi que nous

---

(1) Après avoir séché le ballon et fait plusieurs fois le vide pendant qu'il est encore à l'étuve, puis laissé rentrer de l'air sec, on vide une dernière fois et on laisse pénétrer l'hydrogène, puis le chlore sec en se servant, pour calculer les volumes, d'un tube manométrique latéral qui détermine les pressions gazeuses en chaque cas.

l'avons dit plus haut, étaient suspendus verticalement dans une cave obscure, les uns à 4^m, les autres à 1^m autour d'une bougie de l'*Étoile* ([1]) brûlant nuit et jour. Dans ces conditions, il ne se manifeste aucune combinaison. L'eau, introduite dans les tubes en faible quantité, ne fait pas varier les volumes gazeux. Le dosage direct de l'acide chlorhydrique, par la méthode que nous indiquions plus haut, ne donne, même après dix jours d'éclairement continu, que des traces d'acide chlorhydrique si les gaz sont *secs* et *purs*.

» Cette observation simplifiait beaucoup nos manipulations en nous permettant d'agir à une lumière artificielle peu intense. Elle montrait que nous pouvions faire nos mélanges, et lire directement les volumes, dans une pièce éclairée par une bougie, remarque qui nous a permis d'étudier plus facilement l'action de lumières plus intenses et étalonnées.

» Nous donnerons les résultats de cette série nouvelle de recherches dans une prochaine Note. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Nouvelle étude sur les tempêtes et les trombes ou tornados;* par M. H. **Faye**.

En présentant ce Livre à l'Académie, l'auteur s'exprime ainsi :

« L'histoire des Sciences nous apprend comment on arrive à la vérité. Elle nous montre aussi que l'esprit humain s'attache parfois à certaines erreurs et les défend pendant des siècles entiers avec une unanimité étonnante, bien qu'elles soient singulièrement nuisibles aux progrès.

» En Astronomie, on avait la conviction que les orbites des planètes devaient être des cercles parfaits, parcourus d'un mouvement uniforme. Cette opinion a régné jusqu'à Képler.

» En Chimie, la conviction que l'agent d'universelle transformation était le phlogistique a régné jusqu'à Lavoisier.

» En Physique, le système de l'émission de la lumière a régné jusqu'aux temps d'Young et de Fresnel.

» En Météorologie, la croyance que les tempêtes naissent au ras du sol règne encore de nos jours.

» La question des tempêtes impliquant toute la Météorologie dynamique vaut bien qu'on s'attache à combattre l'erreur de ceux qui placent au ras du sol l'origine de ces épouvantables météores. Et, quoique cette opinion soit celle de tous les météorologistes, je n'ai pas hésité.

([1]) Cette bougie vaut $\frac{1}{10}$ de carcel.

» De là les publications suivantes qui se sont succédé depuis vingt-cinq ans :

» *Constitution physique du Soleil* (*Ann. du Bureau des Longitudes*), 1873;

» *Défense de la loi des tempêtes* *id.* 1875;

» *Orages et production de la grêle* *id.* 1877;

» *Les grands fléaux de la nature* *id.* 1884;

» *Les treize tornados des* 29 *et* 30 *mai* 1877 *id.* 1886.

» Puis une série d'articles dans l'*American meteorological Journal*, que Mme Mark Harrigton a bien voulu traduire en anglais, et de nombreuses Notes dans les *Comptes rendus de l'Académie*.

» Enfin, j'ai publié un petit Volume *Sur les tempêtes* (Gauthier-Villars, 1887), où j'ai principalement discuté les objections qui avaient été élevées contre ma théorie par MM. Weyher, Colladon, Pictet, Schwedoff et Lasne.

» Ce n'était pas trop, ce n'est pas encore assez de vingt-cinq années pour déraciner cette erreur.

» Afin de compléter mon œuvre, je viens d'écrire, dans ma quatre-vingt-troisième année, une nouvelle *Étude sur les tempêtes et les trombes ou tornados*. J'ose l'offrir à l'Académie tout en sollicitant son indulgence pour les fautes, difficilement évitables à cet âge, quand on se hasarde à exposer des idées neuves, même avec la plus entière conviction.

» En voici une idée succincte :

» *Trombes* ou *tornados*. — Tourbillons de première et de deuxième espèce. Hypothèses de Hirn et de l'auteur.

» On démontre par les faits que les trombes ou tornados sont descendants. Explication des mouvements alternatifs de descente et de retrait des trombes.

» Elles n'exercent aucune aspiration, si ce n'est sur l'air supérieur. Vide intérieur. Foudre en boules.

» Fausses trombes que les météorologistes ont prises pour les vraies.

» *Tempêtes*. — Lois des tempêtes. Défense de la règle des huit points (90°) pour la navigation.

» Calme central des cyclones tropicaux, formant des colonnes de plusieurs lieues de diamètre.

» L'air de ces vastes colonnes de calme est descendant. Chute d'oiseaux et de papillons sur le pont des navires pendant la traversée du calme.

» Origine des cyclones tropicaux : *Olho de boï* (œil de bœuf) des navigateurs portugais.

» Intervention de M. Hann, directeur du Bureau météorologique de Vienne, pour les cyclones d'hiver. »

MÉMOIRES LUS.

HISTOIRE DES SCIENCES. — *Sur le séjour du général Poncelet à Saratow.* Note de M. Germain Bapst.

« Le maréchal Canrobert parlait souvent du général Adolphe de Marbot, le frère du célèbre auteur des *Mémoires*.

» Adolphe de Marbot avait fait le tour du monde ; il s'était battu en Chine, dans les Indes, en Océanie, en Afrique australe et sur tous les champs de bataille de l'Europe ; dans presque toutes les parties du globe, il avait été blessé ou fait prisonnier. La dernière fois, ça avait été à la bataille de Vitepsk, où, atteint de sept coups de lance, des Cosaques s'étaient emparés de lui et l'avaient emmené en captivité à Saratow avec M. Octave de Ségur et M. de Saint-Marc.

» Il y avait déjà six mois que ces trois officiers étaient internés, quand un nouveau détachement de prisonniers vint les rejoindre, au plus fort de l'hiver de 1812. Au nombre des nouveaux arrivants se trouvait un jeune officier du génie, nommé Poncelet, que l'Académie des Sciences devait plus tard compter parmi ses Membres.

» Marbot a souvent raconté au maréchal Canrobert avec quelle ardeur Poncelet, dans l'affreuse petite cabane qui lui servait de prison, s'absorba dans ses travaux de Mathématique, durant les deux années que dura sa captivité sur les bords du Volga.

» Ces travaux, ajoutait le maréchal Canrobert, m'ont souvent été signalés par mes camarades d'armes spéciales ou par des savants qui étaient mes collègues au Sénat, comme des œuvres de découverte et d'invention extraordinaire, des œuvres qui honorent le génie humain.

» Pour ma part, appelé à recueillir les souvenirs du maréchal Canrobert et à les publier, il m'a été donné, en recherchant des documents sur la captivité de Marbot et de ses compagnons d'infortune à Saratow, de retrouver une lettre écrite à Metz, le 13 septembre 1814, dans laquelle le jeune Poncelet donne au général baron de Caux, inspecteur général du génie, les détails les plus circonstanciés sur la bataille de Krasnoï, où il fut fait prisonnier.

» Voici cette lettre :

« Metz, le 13 septembre 1814.

» *A monsieur le baron de Caux.*

» Mon Général,

» J'ai l'honneur de vous prévenir que je suis arrivé le 12 de ce mois dans ma famille, revenant des prisons de Russie où j'ai resté vingt-deux mois. J'ai été fait prisonnier à l'affaire du 10 novembre, près de Krasnoï. Je me trouvais alors sous les ordres du colonel du génie Bouvier qui avait été chargé de la démolition de Smolensk et était resté dans cette place avec l'arrière-garde de l'armée. Il reçut l'ordre, à notre sortie de cette ville, de prendre le commandement des troupes du génie qui formèrent l'avant-garde du maréchal Ney, arrivé à la position de Krasnoï que les Russes occupaient avec 30 ou 40 000 hommes et 30 pièces de canon. Le maréchal Ney nous fit charger à la baïonnette afin d'enlever les batteries de l'ennemi. Ce fut là que mon colonel et deux autres capitaines furent tués par la mitraille. Quant à moi je n'eus que mon cheval tué sous moi; mais, ce qui est pis pour un militaire, je tombai entre les mains des Russes au moment où le maréchal Ney se retirait avec les débris de son corps d'armée, sur la droite de la position, pour passer le Dniéper. Le maréchal nous ayant caché son mouvement, afin de donner le change aux Russes, en leur faisant accroire qu'il se trouvait toujours là avec le gros de l'armée, nous nous sommes trouvés isolés et enveloppés de toutes parts et forcés de nous rendre après avoir fait mille tentatives infructueuses. On nous a fait partir de là quelques jours après pour nous diriger sur Saratow, capitale du gouvernement du même nom, qui est située sur le Volga, à plus de 1000 lieues de Paris. Je ne vous dépeindrai pas, mon Général, toutes les misères et toutes les vexations que j'ai souffertes, dans une aussi longue route faite à pied, mal vêtu, dans une saison d'une rigueur inconnue. Hélas! j'en ai vu périr tant de plus malheureux encore!

» Il en est tant qui vivent et qui ont été aussi malheureux que moi, que mon sort, quelque triste qu'il ait été, se confond avec celui de tous ceux qui ont été enveloppés dans cette triste retraite.

» Il est inutile de vous dire que j'ai tout perdu, effets, équipage, argent : cela peut se réparer avec le temps, mais ce qui ne se réparera jamais, ce sont les rhumatismes dont je suis couvert et qui proviennent de ce que j'ai été gelé dans plusieurs parties du corps, et ce sont deux hernies qui proviennent de cette terrible campagne.

» Je me retrouve enfin de retour dans ma patrie et je souhaite d'être employé à la Direction de Metz. Je viens donc vous demander, etc.

» Ce document est d'abord intéressant, parce que, si l'énergie indomptable du général Poncelet n'est plus à démontrer, on le voit arrivant exténué à Saratow, accablé de souffrances physiques, presque paralysé, le corps couvert de plaies, et, malgré les peines morales qui viennent encore accroître sa triste situation, il ne pense qu'à l'étude et il a l'esprit assez libre pour faire ces admirables découvertes scientifiques qui ont illustré sa vie.

» En outre, cette lettre nous apprend un fait militaire ignoré jusqu'ici.

» C'est au dévouement des sapeurs du génie de la garnison de Smolensk que Ney dut son salut et celui de ses troupes.

» Ces sapeurs du génie formaient la tête de colonne du corps du maréchal Ney. Jetés sur les batteries russes et ne pouvant s'en emparer, ils tinrent ferme contre la mitraille, sans reculer. Leur petit nombre, dissimulé par la fumée, la neige et le brouillard, fit croire aux Russes que tout le troisième corps était contre eux.

» Profitant de la ténacité des sapeurs et de la façon dont ils attiraient l'attention des adversaires, le maréchal Ney ramène alors son corps en arrière, hors de la portée des batteries, et lui faisant faire un *à droite*, gagna le Borysthène, le franchit sur la glace et rejoignit la grande armée après une marche de quatre jours, sans arrêt, au milieu de plus de 100 000 Russes.

» Ainsi, grâce à la mort héroïque des sapeurs du génie, le maréchal Ney, le brave des braves, quoique cerné de toutes parts par des troupes victorieuses, ramena ses aigles, ses canons et les débris de ses régiments sans laisser un seul trophée à l'ennemi, évitant d'être détruit ou pris et conservant intact l'honneur de la Grande Armée.

» Il m'a semblé qu'il importait de faire connaître ce fait glorieux à votre Compagnie, qui compte Poncelet parmi ses Membres, pensant qu'elle serait heureuse de rendre hommage à la sublime conduite de cet officier et de ses compagnons. »

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *Nouveau perfectionnement du grisoumètre* [1]. Note de M. N. GRÉHANT.

« Le grisoumètre que j'ai décrit dans le Volume intitulé *Les Gaz du sang*, de l'*Encyclopédie scientifique* de M. Léauté, Membre de l'Institut, était mobile et devait être soulevé hors de l'eau pour la lecture des volumes de gaz ramenés à la pression atmosphérique; il y avait là un inconvénient, car la température de l'air était presque toujours plus élevée que celle de l'eau et le grisoumètre fonctionnait comme un thermomètre à air.

» Dans le nouveau modèle, qui a été construit avec beaucoup d'habileté par Golaz et que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie des Sciences, l'instrument est fixé invariablement au milieu d'une cuve métallique pré-

---

(1) Travail du laboratoire de Physiologie générale du Muséum d'Histoire naturelle.

sentant deux glaces parallèles, qui est traversée par un courant d'eau; en outre, le robinet inférieur qui est mis en mouvement par deux longues bielles communique, par un tube horizontal qui traverse l'une des parois métalliques et par un tube de caoutchouc, avec une petite allonge de verre que l'on fait monter ou descendre à l'aide d'un treuil muni d'une roue à rochet. En fixant sur le robinet pointeau un manomètre à eau, on obtient facilement l'horizontalité des deux niveaux et on est sûr que le volume de gaz est mesuré exactement à la pression atmosphérique.

» Dans un de mes grisoumètres, 1^{cc} d'oxyde de carbone produisait une réduction de 7,4 divisions; 1^{cc} de formène donnait une réduction quatre fois plus grande, égale à 29,6 divisions.

» Un mélange d'air et de formène à 1 pour 100 donnait une réduction de 14 divisions, après quatre cents passages du courant électrique à travers la spirale de platine. »

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *La surface extérieure de la fonte portée au rouge transforme l'acide carbonique en oxyde de carbone* [1]. Note de M. N. **Gréhant.**

« J'ai fait installer dans une salle de mon laboratoire dont la capacité est de 85^{mc} environ un poêle dit *de corps de garde,* que j'ai fait chauffer au rouge avec du coke; j'ai appliqué sur la surface extérieure un cône de tôle ayant 25^{cm} de diamètre uni à un long tube réfrigérant conduisant au dehors les gaz, que j'ai fait respirer à un chien; 25^{cc} de sang normal ont donné, dans le vide, des gaz qui, après l'absorption de l'acide carbonique, ont produit, dans le grisoumètre, une réduction égale à une division; après une demi-heure de respiration, la réduction des gaz extraits du sang est devenue 2,5; par suite, 1,5 division correspondait à l'oxyde de carbone, dont la proportion dans l'air respiré était égale à $\frac{1}{6875}$.

» Cette proportion est inférieure à celle que j'ai trouvée en faisant respirer directement à un chien les produits de la combustion du coke, pris à l'extrémité supérieure du tuyau du poêle; j'ai obtenu $\frac{1}{1600}$, ou à peu près quatre fois plus d'oxyde de carbone.

» Si, comme l'a démontré H. Sainte-Claire Deville, la fonte devient perméable aux gaz du foyer à la température rouge, cette expérience

(1) Travail du laboratoire de Physiologie générale du Muséum d'Histoire naturelle.

indique qu'une faible partie de l'oxyde de carbone contenu dans les produits de la combustion du coke traverse le métal.

» Me plaçant à un autre point de vue, j'ai fait l'hypothèse que l'oxyde de carbone, fixé par le sang de l'animal, pouvait provenir en partie de la décomposition de l'acide carbonique de l'air ambiant par la surface rouge du carbure de fer; cette hypothèse a été vérifiée par les expériences suivantes :

» 1° Le poêle étant chauffé au rouge par le coke, j'ai fait arriver dans l'entonnoir, par un tube métallique, un courant d'acide carbonique provenant d'un récipient à acide liquide; le gaz barbotait dans une ampoule de Cloëz : un chien a respiré pendant une demi-heure les gaz de l'entonnoir et j'ai trouvé, pour 100^{cc} de sang, une réduction au grisoumètre de 24,4 divisions, qui correspondait à une proportion d'oxyde de carbone dans l'air égale à $\frac{1}{1666}$.

» 2° J'ai fait fixer autour du poêle une enveloppe cylindrique de tôle munie d'une porte à coulisse et d'une tubulure supérieure; le poêle a été maintenu au rouge. Par la tubulure et par un long tube, un chien placé à l'extérieur respirait l'air additionné d'acide carbonique : 25^{cc} de sang normal ont donné au grisoumètre une réduction égale à 1,4; au bout d'une demi-heure, le même volume de sang a donné une réduction beaucoup plus grande égale à 15,2 divisions, qui correspondait à 11^{cc} d'oxyde de carbone dans 100^{cc} de sang, ou à $\frac{1}{500}$ d'oxyde de carbone dans l'air analysé.

» 3° Une autre expérience tout à fait semblable a été faite sur un chien; le poêle était rouge et le courant d'acide carbonique a été un peu plus rapide; l'animal s'est agité, il a présenté une forte dyspnée; au bout de vingt-cinq minutes, il y eut arrêt respiratoire, extension des pattes, arrêt du cœur; l'animal étant mort, on prit dans la veine cave inférieure du sang qui contenait 19^{cc},1 d'oxyde de carbone pour 100, proportion évidemment toxique.

» 4° En faisant passer lentement un courant d'acide carbonique sur de la fonte chauffée au rouge dans un tube de porcelaine, j'ai recueilli dans un sac de caoutchouc un mélange d'acide carbonique et d'oxyde de carbone; en absorbant le premier gaz par une solution de potasse, j'ai isolé le second gaz, qui a été recueilli dans une éprouvette et qui a brûlé avec une belle flamme bleue.

» Je conclus de mes recherches, qu'il faut abandonner le chauffage des chambres ou des appartements par des parois de fonte chauffée au rouge; il est nécessaire d'envelopper ces parois d'un cylindre de tôle communiquant avec l'extérieur par un tuyau spécial, ou il faut les recouvrir de faïence ou d'autres substances réfractaires, les parois rouges transformant en oxyde de carbone l'acide carbonique de l'air ambiant.

» Je suis porté à croire que les accidents qui ont été occasionnés par des calorifères de cave étaient dus à cette décomposition de l'acide carbonique par la fonte rouge. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

MM. F. **Gossot** et R. **Liouville** adressent un Mémoire sur les vibrations élastiques et la résistance des canons.

(Renvoi au concours du prix extraordinaire de Mécanique.)

M. **Constant Dubois** soumet au jugement de l'Académie un Mémoire intitulé : « Mélanges scientifiques ».

(Renvoi à la Section de Physique.)

M. **Sarrazin** adresse, de Kayes, dans le Soudan français, un Rapport relatif à une liane à gutta-percha.

(Renvoi à l'examen de M. Bonnier.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un Ouvrage de M. *Ed. Prillieux* ayant pour titre : « Maladies des plantes agricoles et des arbres fruitiers et forestiers, causées par des parasites végétaux ». (Présenté par M. Guignard.)

2° Un Ouvrage de M. *A. Julien* sur le terrain carbonifère marin de la France centrale. (Présenté par M. Marcel Bertrand.)

M. F. **Klein**, nommé Correspondant pour la Section de Géométrie, adresse ses remercîments à l'Académie.

M. **Mascart** présente un Catalogue, extrait des *Annales du Bureau central météorologique*, renfermant l'indication des observations météorologiques faites en France depuis l'origine jusqu'en 1850 [1]. Ce Catalogue, établi par M. A. Angot, comprend 241 stations.

---

[1] *Annales du Bureau central météorologique de France pour* 1895, t. I, p. B.89 à 146; 1897.

M. Mascart insiste sur l'intérêt que présentent, pour l'étude du climat de la France, les observations anciennes, beaucoup plus nombreuses qu'on ne pouvait le présumer. La plupart sont contenues dans des manuscrits qui courent le risque d'être égarés ou détruits, comme on en signale plusieurs parmi les plus intéressants, quand ils ne sont pas conservés dans une bibliothèque publique. Il serait très utile que ces documents anciens fussent recherchés partout où ils peuvent exister et déposés, soit dans les archives du Bureau central météorologique, soit dans des bibliothèques publiques, afin d'assurer leur conservation et de les mettre à la disposition des travailleurs.

GÉODÉSIE. — *Sur quelques doutes émis au sujet des lois du colonel Goulier relatives aux variations de longueur des mires de nivellement.* Note de M. **Ch. Lallemand**, présentée par M. A. Cornu.

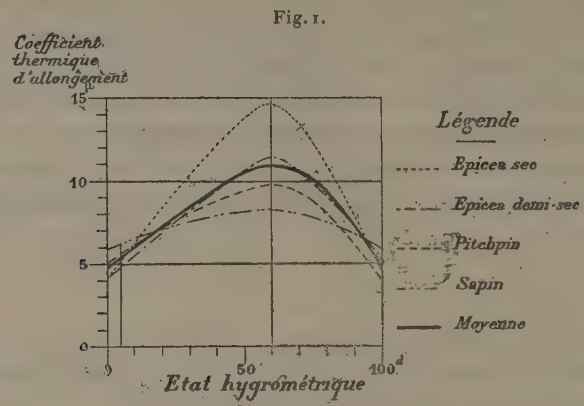
« *A. Lois du colonel Goulier.* — En 1883-1884, le colonel Goulier a déterminé, par de minutieuses expériences, l'action de la température et de l'humidité sur la longueur de quarante-deux règles formées de quatorze différentes essences de bois, étudiés, soit à l'état naturel, soit après ébullition dans l'huile de lin, soit recouverts de trois couches de peinture au blanc de céruse (¹). Ces essais ont abouti aux conclusions suivantes :

» 1° Les variations de longueur sont minima dans le sens des fibres du bois; 2° l'action de la température est sensiblement la même pour chaque espèce de bois, qu'il soit à l'état *naturel, peint,* ou *huilé*. L'allongement est proportionnel à l'accroissement de la température entre les limites ordinaires de la pratiqne. Pour le *sapin ordinaire, peint, aux trois quarts sec*, dont on fait les mires, le coefficient de cet allongement varie avec l'état hygrométrique, comme l'indique la courbe moyenne du diagramme ci-après (*fig.* 1); 3° les bois les moins sensibles à l'action de l'humidité sont les bois résineux; 4° dans les conditions ordinaires de la pratique, l'allongement des règles est proportionnel à l'accroissement de l'état hygrométrique, sauf pour les bois résineux; 5° les règles peintes varient moins et surtout

(¹) A ce sujet, voir : 1° *Comptes rendus de l'Association géodésique internationale* (*Conférence de Bruxelles*), Berlin, 1893; 2° *Études sur les instruments et les méthodes des nivellements de précision,* par le colonel Goulier, revues et annotées par Ch. Lallemand, Imprimerie nationale, Paris, 1897.

moins vite que les règles naturelles ou huilées. L'huilage n'a qu'un effet minime; 6° sous l'influence d'une humidité croissante, le bois des mires

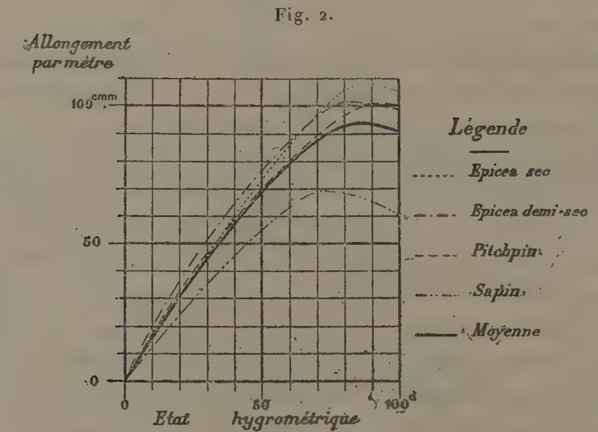
Fig. 1.



Variation du coefficient thermique d'allongement de divers bois résineux peints avec l'humidité.

s'allonge d'abord, jusqu'à un certain degré hygrométrique, puis se contracte au delà. Le maximum de longueur correspond à des états hygromé-

Fig. 2.



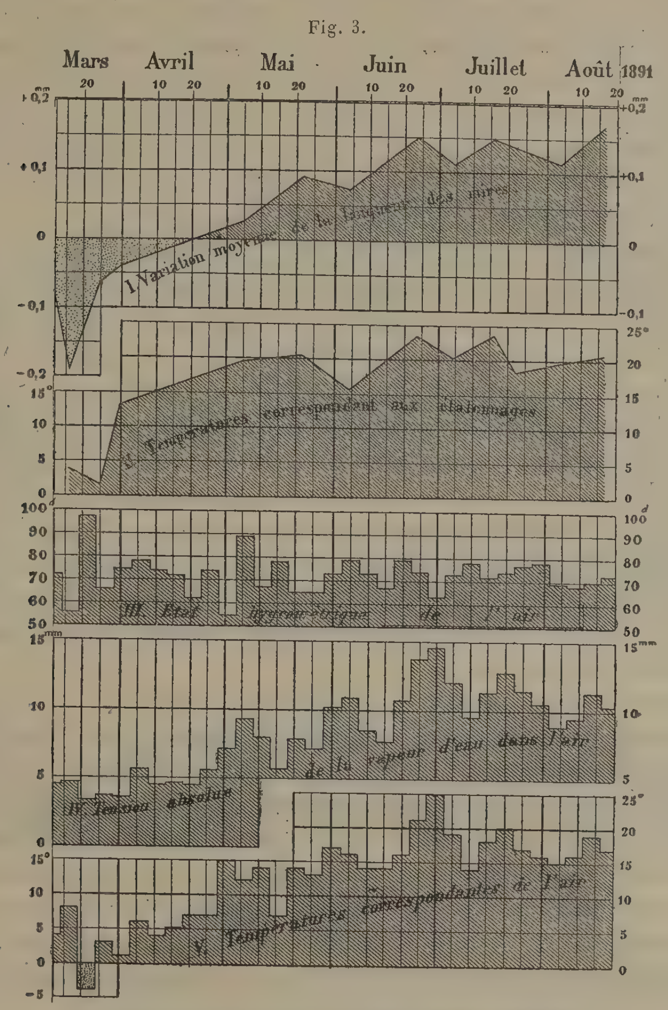
Allongement de divers bois résineux peints, sous l'influence d'une humidité croissante, à la température de 20°.

triques voisins de 85^d, 80^d ou 75^d (1), pour des températures respectivement

(1) La graduation adoptée ici est celle de l'hygromètre de Saussure où la sécheresse extrême et l'humidité absolue sont respectivement caractérisées par les valeurs 0^d et 100^d.

voisines de 0°, + 20° ou + 40°. Pratiquement, on peut admettre que le bois des mires s'allonge suivant une loi linéaire entre 10^d et 70^d d'humidité relative, puis garde une longueur constante entre 70^d et 100^d (*fig.* 2). Le coefficient hygrométrique de variation, à peu près constant entre 10^d

Fig. 3.



Variations de longueur d'une paire de mires bavaroises.
Variations correspondantes de la température et de l'humidité de l'air.

et 70^d, a sensiblement les valeurs 11^μ, 13^μ et 14^μ par mètre et pour 1^d, aux températures respectives de 0°, + 20° et + 40°.

» B. *Observations du Dr OErtel.* — Récemment, à propos du nivellement bavarois, le Dr OErtel (¹) a déterminé, pendant une période de cinq mois, les variations moyennes de longueur d'une paire de mires employées à cette opération. Les résultats de treize étalonnages successifs, et les températures correspondantes, sont traduits graphiquement ci-contre (*fig.* 3, diag. I et II). On y constate d'abord un raccourcissement de $0^{mm},1$, corrélatif d'un refroidissement de 11°; puis un allongement d'environ $0^{mm},35$ pour un échauffement de 20° seulement, insuffisant à expliquer cette dilatation. Les diagrammes III et IV figurent les variations correspondantes de l'*humidité relative* et de l'*humidité absolue* de l'air, relevées dans les stations météorologiques les plus proches du cheminement.

» Constatant un certain parallélisme des lignes I et IV, alors que le diagr. III dénote un état hygrométrique sensiblement constant, le Dr Oertel, et, après lui, MM. l'amiral autrichien Von Kalmar (²) et le Dr Helmert (³) de Berlin ont cru pouvoir admettre que, contrairement aux conclusions du colonel Goulier, *les variations de longueur des mires dépendraient plutôt de l'humidité absolue que de l'humidité relative de l'air.*

» Cette opinion nous semble infirmée par les remarques suivantes :

» 1° Si l'on calcule les températures moyennes de l'air, correspondant aux tensions indiquées de vapeur, on obtient le diagr. V (*fig.* 3), présentant, lui aussi, la même allure que la ligne I, ce qui confirmerait la loi du colonel Goulier, d'après laquelle l'état hygrométrique restant voisin de 75^d, comme c'est le cas ici, les variations de température influent seules sur la longueur des mires.

» 2° Les mires en question avaient passé l'hiver dans un endroit très sec; par suite, à leur entrée en campagne, elles étaient très avides d'humidité; une bonne partie de l'allongement constaté doit tenir à cette cause.

» 3° Les lois du colonel Goulier supposent les mires en parfait équilibre d'humidité avec l'air ambiant, ce qui exige de longues semaines passées dans un milieu d'état hygrométrique constant. Or tel n'était pas le cas ici.

» 4° Les données invoquées, touchant l'humidité de l'air, se rapportent, non pas, comme il conviendrait, aux locaux mêmes des étalonnages, mais à des stations parfois éloignées de 40^{km} de ceux-ci et plus élevées de 400^m.

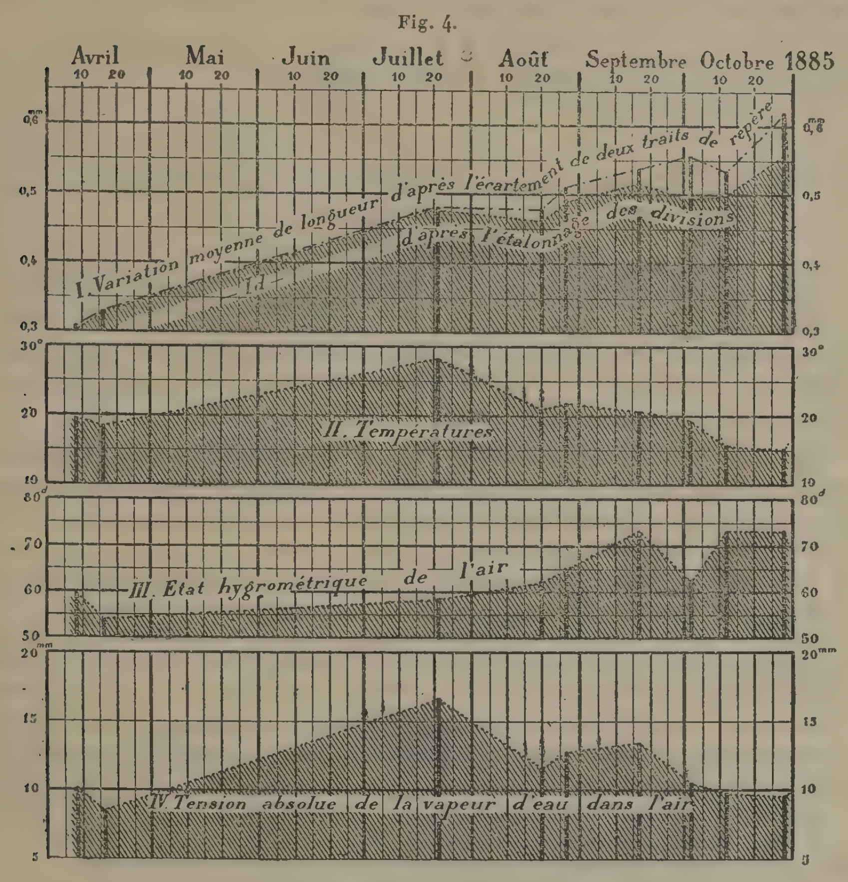
(¹) *Das Präcisions-nivellement in Bayern, rechts des Rheins,* par le Dr Carl OErtel, pages 5 à 8. Munich; 1893.

(²) *Comptes rendus de l'Association géodésique internationale,* Conférence de Bruxelles, p. 100, Berlin; 1893.

(³) *Id.*, Conférence d'Inspruck, p. 82, Berlin; 1894.

» C. *Observations du lieutenant-colonel Fr. Lehrl.* — A propos d'un nivellement exécuté près d'Agram en 1885, M. le lieutenant-colonel F. Lehrl [1], ayant noté les variations de longueur (*fig.* 4, diagr. 1) de l'unique mire

Fig. 4.



Variations de longueur d une mire autrichienne.
Variations correspondantes de la température et de l'humidité de l'air.

employée à ce nivellement et les variations correspondantes de l'*humidité absolue* de l'air (diagr. IV), a cru, lui aussi, voir un certain parallélisme entre les deux phénomènes, au moins pour les quatre premiers mois.

» Or un coup d'œil jeté sur les diagrammes II et III, ajoutés par nous,

---

(1) *Mittheilungen des K. u. K. militär-geographischen Instituts*, vol. XV, p. 73 à 78; 1895.

montre que l'allongement systématique de la mire, d'avril à novembre, correspond à un accroissement parallèle de l'état hygrométrique; les variations accidentelles, d'autre part, étant liées à de brusques changements de la température ou de l'humidité relative.

» En résumé, loin de contredire les lois du colonel Goulier, les faits en question ne font, au contraire, que les confirmer. »

OPTIQUE. — *Sur la réflexion de la lumière par une surface longue et étroite.* Note de M. **Gouy.**

« MM. Nichols et Rubens [1], en opérant avec des rayons calorifiques de grande longueur d'onde (24^{μ}), ont constaté qu'une bande d'argent longue et étroite (6^{μ}) réfléchit ces radiations en les polarisant perpendiculairement à la longueur de la bande; de là résulte un rapprochement intéressant avec les ondes électriques.

» Je dois faire remarquer que j'avais déjà signalé un fait analogue en 1886, pour les ondes lumineuses, comme le montre, entre autres, ce passage de mon Mémoire sur la diffraction :

» Une lame d'acier à tranchant très fin est placée horizontalement, et l'on fait réfléchir la lumière naturelle sur le tranchant; cette lumière est ensuite reçue dans le microscope. Le tranchant est ainsi placé dans le plan qui contient le rayon incident et le rayon réfléchi. Dans ces conditions, la réflexion ordinaire donnerait une polarisation partielle dans le plan d'incidence, et c'est ce qui arrive en effet, lorsque le tranchant n'est pas très fin et très régulier. Mais, avec un tranchant très parfait, la polarisation est perpendiculaire au plan d'incidence, c'est-à-dire perpendiculaire au tranchant, et le rapport des composantes principales peut aller jusqu'à $\frac{1}{6}$. Ainsi, *l'action particulière qu'exerce une surface réfléchissante très étroite, qui tend à polariser la lumière perpendiculairement à la longueur de cette surface, peut aller jusqu'à changer entièrement le sens de l'action polarisatrice ordinaire de la réflexion.*

» Ce phénomène est essentiellement le même que celui qu'ont observé les savants américains; mais ici la largeur de la surface réfléchissante doit être extrêmement petite, en raison de la petitesse de λ; aussi l'expérience exige-t-elle des tranchants d'acier d'une grande perfection. »

---

(1) *Physical review*, 1897.

(2) *Ann. de Chim. et de Phys.*, 6e série, t. VIII, p. 187.

OPTIQUE. — *Sur un système phosphorescent antianodique et les rayons anodiques.* Note de M. C. **Maltézos**, présentée par M. A. Cornu.

« 1. On a vu (¹) que, dans le tube-poire à vide, quand on prend pour cathode l'électrode de la partie étroite, il se montre devant l'anode de la lumière diffuse bleuâtre de peu d'étendue. Le fait curieux est que toujours, quand l'intensité du courant n'est pas très forte, il se montre à l'antianode (²), une tache semblable à la tache cathodique, mais moins lumineuse, se composant d'un cercle obscur et d'un anneau brillant. Cette tache devient plus nette, si l'on touche le tube avec la main, et elle ne provient pas du passage du courant inverse, car, dans ce cas, on aurait devant la cathode de la lumière anodique, ce qui ne se réalise pas.

» Si l'intensité du courant est un peu forte, ce système antianodique manque; à la place de la tache noire centrale, on a une tache phosphorescente comme les autres parties voisines du tube, *mais le premier anneau brillant du système antianodique est remplacé par un anneau obscur* (³). Cela s'explique par la fatigue du verre, mais il montre en même temps que le système antianodique est un phénomène du même ordre que le système anticathodique, quant aux résultats sur le verre.

» Si l'on touche le tube à la partie renflée, la lumière anodique se repousse; *mais il y a en même temps, sur l'anneau lumineux du système antianodique, concentration de phosphorescence en sens contraire du doigt; c'est-à-dire vers la lumière anodique. Et, si l'on promène le doigt sur le tube, la concentration lumineuse se meut aussi sur l'anneau en sens contraire.* Nous en concluons que le système antianodique est intimement lié à la lumière anodique.

» 2. Ce système est l'origine d'un curieux phénomène dû à la condensation d'électricité par le tube à vide. En effet, si nous tenons le doigt sur le tube pendant son fonctionnement, et si, interceptant le courant, nous ôtons de suite le doigt, nous observons dans le tube un éclair; si l'on fait

---

(¹) *Comptes rendus,* t. CXXIV, p. 1084.

(²) Juste à la partie de la paroi où se montre le système anticathodique, quand on intervertit le sens du courant.

(³) Si pourtant on touche le verre, surtout à l'antianode, on voit apparaître de nouveau le système antianodique.

attention, on voit que cet éclair a pour origine le système antianodique qui devient très phosphorescent à l'instant où l'on retire le doigt.

» Il y a plus, si l'on tient le doigt juste sur l'antianode et que l'on intercepte le courant, on obtient de même un éclair, un nouvel éclair, si l'on touche de nouveau au même endroit; un troisième, quand, après éloignement, on y touche de nouveau et ainsi de suite. On peut ainsi obtenir cinq à six éclairs.

» 3. Si le système anti-anodique est un phénomène du même ordre que le système anticathodique, comme la fatigue du verre porte à le croire, est-ce que l'analogie ne se continue pas jusqu'à l'émission de la phosphorescence invisible, qui constitue le phénomène de Röntgen? Pour m'en convaincre, j'ai exécuté trois radiographies de clefs et d'autres pièces métalliques prenant pour foyer la région antianodique. La première a été faite avec un courant très fort et le système antianodique existait par le toucher du tube par le doigt; la seconde, avec la même intensité et sans apparition du système antianodique; dans les deux cas, on a obtenu des clichés très réussis, mais le premier l'est beaucoup mieux. Enfin, j'ai obtenu un cliché assez réussi avec une intensité très faible, le système antianodique étant visible, seulement la pose a été très longue (plus de quinze minutes).

» Cela indique, pensons-nous, l'existence, sous certaines conditions, *des rayons anodiques,* qui provoquent la phosphorescence visible et invisible du verre, et qui se diffusent ou n'arrivent pas jusqu'au verre dans la plupart du temps. »

OPTIQUE. — *Sur les propriétés de certaines radiations du spectre. Réponse aux objections de M. Becquerel.* Note de M. **Gustave Le Bon.**

« Dans une Note récente, M. le professeur Becquerel explique mes expériences par la transparence de l'ébonite pour les radiations de l'extrémité la moins réfrangible du spectre. Ce serait par suite de l'action bien connue de ces radiations sur la phosphorescence et sur la plaque photographique voilée que se produiraient les images que j'obtiens sous une feuille d'ébonite recouverte d'étoiles métalliques.

» Dès le début de mes expériences j'avais eu à me préoccuper de cette explication que plusieurs savants, et notamment M. Lippmann, m'avaient présentée. Voici les observations qui m'ont conduit à admettre que cette

interprétation ne saurait rendre compte de tous les phénomènes observés :

» 1° Si ce sont les rayons rouges qui agissent en traversant l'ébonite, il suffira d'appliquer sur la plaque d'ébonite un corps arrêtant ces rayons, par exemple une lame de verre vert vérifié au spectroscope ([1]), pour empêcher la formation d'une image. Or, cette formation un peu ralentie avec le sulfure de zinc ne l'est pas du tout avec la plaque photographique voilée. On obtient des résultats à peu près identiques avec une lumière monochromatique quelconque.

» 2° Si les radiations photogéniques passaient uniquement à travers l'ébonite et si l'étoile métallique formait simplement une réserve protectrice, tous les corps placés sous l'étoile ne modifieraient pas l'impression. Or, certains corps placés sous cette étoile pendant la pose, le mica notamment, donnent une image photographique sous la partie métallique si la pose a été d'une durée convenable.

» 3° La présence de radiations actives sous l'étoile métallique se prouve encore simplement en prolongeant la pose. Si l'on a eu soin de choisir des plaques sensibles à nos radiations, on constate que l'image de l'étoile, d'abord plus foncée que le voile produit par l'exposition à la bougie, pâlit, disparaît progressivement, et qu'il n'en reste finalement que quelques portions. Il est donc certain que quelque chose provenant du métal a agi sur la plaque.

» 4° On peut, comme je l'ai dit précédemment, remplacer l'ébonite par un corps opaque quelconque, une feuille de papier noir, par exemple, ou même une feuille de métal. Il suffit, pour avoir une image, que les corps superposés présentent des opacités différentes à nos radiations et cette opacité est sans rapport avec l'opacité optique. C'est ce qui permet à des corps aussi transparents que le quartz et le mica de donner une image. Je donne ailleurs ([2]) la technique de l'expérience de l'impression à travers un métal, les détails étant trop longs pour être exposés ici.

» Dans toutes les expériences photographiques soit avec l'ébonite, soit

---

([1]) Le verre vert laisse un peu passer l'infra-rouge, c'est-à-dire les radiations obscures du spectre voisines de la raie A, mais, comme le fait justement observer M. Becquerel, les plaques voilées ne sont sensibles qu'aux rayons rouges extrêmes. Il est donc évident que les radiations infra-rouges ne peuvent exercer qu'une action photographique très faible. Or, l'expérience démontre que, sur une plaque photographique voilée, l'impression est aussi rapide dans une partie protégée par un verre vert arrêtant le rouge que dans une partie non protégée par un tel verre.

([2]) *Revue scientifique*, n° 22.

avec un métal, on constate, en prolongeant beaucoup la pose, que si une moitié seulement de la plaque a été exposée à la lumière, l'autre moitié restant dans l'ombre, l'action des radiations s'étend sous la partie non éclairée et présente parfois des sortes de fusées fort régulières, analogues à celles que donne l'impression électrique. M. de Heen, professeur de Physique à l'Université de Liége, qui a répété et développé mes expériences, a consacré plusieurs Mémoires à tâcher de démontrer, en se basant surtout sur le fait de la propagation de l'impression sur la partie placée dans l'ombre, que les radiations auxquelles j'ai donné le nom de *lumière noire* sont une espèce particulière d'électricité. J'espère bientôt pouvoir montrer que ce mode d'énergie, possédant plusieurs propriétés de la lumière et de l'électricité, il est aussi difficile de le classer dans l'électricité que dans la lumière. Il occupe vraisemblablement une place intermédiaire et se caractérise probablement par de très grandes longueurs d'onde. J'ai déjà fait voir dans une Note précédente, et au moyen d'expériences très faciles à répéter, que tous les corps frappés par la lumière donnent naissance à des radiations dont l'action sur l'électroscope est semblable à celles des rayons X et des rayons uraniques.

» Quant à la destruction de la phosphorescence et de l'impression photographique par la lumière rouge, mes recherches m'ont conduit depuis longtemps à m'occuper de ce phénomène. On sait que, dès le début de la Photographie, Fizeau et Foucault avaient montré qu'une plaque daguerrienne insolée revient à son état primitif si l'on fait tomber à sa surface de la lumière rouge. Plus tard Edmond Becquerel a fait des observations analogues pour les sulfures phosphorescents. J'ai moi-même repris ces expériences et constaté que pour certains sulfures, le sulfure de zinc par exemple, ce n'est pas seulement le rouge et l'infra-rouge, mais bien une couleur quelconque du spectre jusqu'aux environs de la raie F, qui éteignent la phosphorescence. Pour certaines qualités de plaques photographiques voilées, une couleur isolée quelconque, du rouge au violet, détruit le voile et ramène la plaque à son état primitif, ce qui semblerait indiquer que l'action d'une lumière monochromatique tend toujours à détruire l'effet produit par l'action de la lumière blanche, c'est-à-dire de toutes les radiations réunies. L'électricité détermine parfois le même résultat, c'est-à-dire une action inverse de celle de la lumière [1].

---

[1] L'expérience a été faite en exposant pendant deux heures une plaque sensible voilée au souffle électrique très puissant fourni par une tige terminée en pointe en re-

» Tout ce qui précède n'a pas pour but de contester les résultats obtenus par M. Becquerel en faisant usage de feuilles d'ébonite quatre à cinq fois plus minces que celles dont j'ai indiqué l'emploi dans ma dernière Note. L'ébonite, comme d'ailleurs un corps quelconque, même un métal, devient optiquement transparente quand on réduit suffisamment son épaisseur. Tous les corps laissent alors passer des radiations en rapport avec leur constitution et leur couleur, ainsi qu'on l'observe pour l'or, par exemple. Mais il est évident que de la translucidité d'un corps en lame mince on ne peut rien conclure relativement à sa transparence en lame épaisse. Or l'ébonite, sous des épaisseurs de 2^{mm} à 3^{mm}, est absolument opaque pour la lumière ordinaire, comme je l'ai prouvé par les expériences comparatives consignées dans ma dernière Note ([1]). On peut, d'ailleurs, avec des ébonites bien pures, porter cette épaisseur à un demi-centimètre. Un objet quelconque, enfermé dans une boîte d'ébonite de cette épaisseur, donne, en quelques secondes au soleil, son image sur un écran de sulfure de zinc phosphorescent placé sous la boîte.

» Mais alors même que l'on constaterait que l'ébonite épaisse ou un corps opaque quelconque se laisserait, contrairement à tout ce qui a été admis jusqu'ici, traverser par des rayons rouges, ce fait ne toucherait en rien les résultats que j'ai obtenus, puisque ces résultats peuvent être produits à travers des substances ne laissant passer aucune trace de lumière rouge. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur la précipitation du sulfure de zinc pour le dosage de ce métal.* Note de M. **J. Meunier**, présentée par M. Troost.

» Tous les chimistes qui se sont occupés du dosage du zinc connaissent les difficultés que l'on éprouve quand on veut recueillir sur un filtre du sulfure de zinc précipité par le sulfure d'ammonium. Le liquide filtré est trouble et la filtration s'arrête bientôt ; il est impossible de recueillir com-

lation, par un conducteur de plusieurs mètres de longueur, avec une grande machine statique de Wimhurst à quatre plateaux. On évite, par cette méthode, la production d'aigrettes lumineuses et d'étincelles dont l'action photographique spéciale est bien connue.

([1]) Si l'on avait une trace d'image sous la partie de la plaque sensible non voilée, c'est qu'on aurait involontairement voilé la plaque pendant sa manipulation devant la lanterne rouge du laboratoire ou pendant sa fabrication.

plètement le précipité et de le purifier par des lavages convenables. Pour éviter ces inconvénients, on a conseillé d'ajouter à la liqueur de zinc certaines substances qui améliorent la précipitation, tels que le chlorure mercurique et le dithionate de potassium. Cela n'est pas nécessaire, car les inconvénients précédents ne tiennent qu'à l'emploi d'un excès de réactif. En opérant de la manière suivante, on obtient un précipité de sulfure de zinc dont le traitement ultérieur ne donne lieu à aucune difficulté.

» A la solution zincique qui peut être froide, mais qu'il est préférable de faire tiédir, on ajoute de l'ammoniaque et, quand le précipité d'oxyde de zinc s'est formé, on continue à ajouter ce réactif, mais avec précaution, et en agitant pour n'employer que la quantité nécessaire à la redissolution du précipité. On fait ensuite passer le courant d'hydrogène sulfuré bulle à bulle, en ayant soin de l'arrêter aussitôt que la formation du sulfure de zinc est complète. Voici comment on arrive à ce résultat :

» Dès que le précipité de sulfure de zinc ne paraît plus augmenter d'une manière sensible, on prélève quelques gouttes du liquide et on les applique sur une goutte de sulfate de fer placée sur une soucoupe de porcelaine; dès qu'il existe la moindre quantité d'hydrogène sulfuré libre dans la liqueur, il se forme des flocons noirs de sulfure de fer. Cette épreuve indique la fin de la précipitation du zinc; car c'est un fait connu, sur lequel est basé le dosage volumétrique du zinc, que le sulfure de fer ne prend pas naissance, tant que le sulfure de zinc n'est pas complètement formé, et que, dans une dissolution contenant du fer et du zinc, la coloration noire du sulfure de fer fait place à la coloration blanche du sulfure de zinc.

» A partir de ce moment, on peut recueillir le précipité de sulfure de zinc sur le filtre, et effectuer les lavages sans que l'écoulement du liquide filtré se ralentisse. Ces opérations se font plus rapidement avec des liqueurs chaudes.

» On aurait pu croire que la présence d'une grande quantité de substances étrangères dans la solution aurait mis en défaut le procédé. Il n'en est rien. C'est ainsi que moins d'un décigramme de zinc métallique a été mis en solution dans $\frac{1}{2}$ litre d'eau avec 50^{gr} d'acide sulfurique et 10^{cc} d'acide chlorhydrique; on a traité par l'ammoniaque et par l'hydrogène sulfuré, comme il est dit plus haut, et l'on s'est arrêté dès que la liqueur a donné des flocons noirs avec le sulfate de fer.

» A la filtration le liquide était absolument limpide, et cette opération s'est effectuée aussi rapidement qu'on peut le désirer et sans présenter la moindre difficulté. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Remarques relatives à la chaleur de formation des acétylènes sodés.* Note de M. DE FORCRAND.

« M. Matignon, ayant imaginé récemment un procédé simple et ingénieux pour préparer les acétylènes sodés purs [1], devait naturellement être amené à mesurer la chaleur de formation du dérivé monosodé et à reprendre aussi la détermination de celle de l'acétylène disodé que j'avais obtenue il y a deux ans, en partant d'un corps encore mélangé de carbone [2].

» Pour l'action de l'eau en excès sur ces deux composés, il vient de publier les deux nombres $+14^{Cal},50$ et $+37^{Cal},60$ [3], ce dernier concordant avec celui que j'avais déterminé (+37,77).

» En prenant $+43^{Cal},08$ pour la réaction Na + Aq, on déduit des expériences de M. Matignon :

C^2H^2 gaz + Na sol. = C^2HNa sol. + H gaz........	+28,58
C^2H^2 gaz + Na^2 sol. = C^2Na^2 sol. + H^2 gaz.......	+48,56
C^2HNa sol. + Na sol. = C^2Na^2 sol. + H gaz........	+19,98

nombres peu différents de ceux que donne M. Matignon (+28,9, +49,3 et +20,4) en partant sans doute de Na + Aq = + 43,45.

» Comme il le fait remarquer, ces nombres *paraissent* établir une assez grande différence entre les *acidités*, mesurées successivement, des deux hydrogènes.

» Cependant, il ne me semble pas correct de rapprocher le premier (+28,58) de la valeur thermique des alcools tertiaires, parce que ce serait négliger la chaleur de solidification de l'acétylène et je crois qu'examinés de plus près, ces nombres se prêtent à deux remarques intéressantes :

» I. Dans un Travail récent, M. P. Villard [4] a publié, pour la chaleur de formation de divers hydrates de gaz, les résultats suivants :

	Cal	
$CO^2 + 6H^2O$................	+14,94	à partir du gaz et de $6H^2O$ liq.
$Az^2O + 6H^2O$...............	+15,04	
$C^2H^2 + 6H^2O$...............	+15,38	
$C^2H^4 + 6H^2O$...............	+15,39	

---

(1) *Comptes rendus*, t. CXXIV, p. 775.
(2) *Comptes rendus*, t. CXX, p. 1215.
(3) *Comptes rendus*, t. CXXIV, p. 1026.
(4) *Thèse de Doctorat ès Sciences*, Paris, 1896.

» Or, nous connaissons la chaleur de solidification de CO^2 gaz ($+6^{Cal},1$ d'après Favre). Si l'on retranche ce nombre, ainsi que la chaleur de solidification de $6H^2O$ liq. ($+8,58$) de $14,94$, il reste $+0^{Cal},26$ qui représente la très faible chaleur de combinaison de CO^2 sol. $+ 6H^2O$ sol. pour former les cristaux d'hydrate.

» D'autre part, ces hydrates sont tellement semblables qu'il est impossible de ne pas admettre que ce même nombre $+0^{Cal},26$ (très petit, mais positif) représente sensiblement la chaleur de formation de chacun d'eux à partir des composants solides.

» Dès lors, il suffit de retrancher des trois autres résultats de M. Villard ($+15,04$, $+15,38$ et $+15,39$) la somme $+0,26 + 8,58$, pour obtenir la chaleur de solidification des trois gaz : Az^2O, C^2H^2, C^2H^4. On trouve ainsi :

Az^2O..... $+6,20$ C^2H^2..... $+6,54$ C^2H^4..... $+6,55$

nombres très voisins, et presque identiques à $+6,1$ (CO^2)(1).

» Si la chaleur de solidification de C^2H^2 gaz est $+6,54$, on peut écrire :

$$C^2H^2 \text{ sol.} + Na \text{ sol.} = C^2HNa \text{ sol.} + H \text{ gaz} \ldots\ldots +22,04$$
$$C^2H^2 \text{ sol.} + Na^2 \text{ sol.} = C^2Na^2 \text{ sol.} + H^2 \text{ gaz} \ldots\ldots +42,02$$
$$C^2HNa \text{ sol.} + Na \text{ sol.} = C^2Na^2 \text{ sol.} + H \text{ gaz} \ldots\ldots +19,98$$
$$\frac{C^2H^2}{2} \text{ sol.} + Na \text{ sol.} = \frac{C^2Na^2}{2} \text{ sol.} + H \text{ gaz} \ldots\ldots +21,01$$

» Ce dernier nombre donne la valeur acide moyenne de l'acétylène avec une approximation qui, cette fois, doit être très satisfaisante. Il est naturellement un peu inférieur à celui que j'avais admis provisoirement, il y a deux ans : $+22,65$, en admettant, pour la chaleur de solidification de l'acétylène, le tiers de celle du benzène. Toutefois, cela ne change pas le

(1) Il est certainement remarquable de trouver ces quantités presque identiques pour quatre gaz qui, sauf les deux premiers, ne présentent pas de grandes analogies physiques ou chimiques.

La chaleur de liquéfaction de Az^2O gaz étant connue ($+4^{Cal},4$), la chaleur de solidification de Az^2O liq. serait donc $+1^{Cal},8$.

Enfin, il existe d'autres gaz qui ont aussi une chaleur de liquéfaction voisine de $+4,4$, par exemple AzH^3 ($+4,4$), AzO^2 ($+4,3$), auxquels on pourrait joindre H^2S dont la chaleur de dissolution connue ($+4,75$) doit dépasser très peu la chaleur de liquéfaction, son hydrate étant assez instable et de l'ordre des précédents. Il est donc probable que le passage de tous ces composés de l'état gazeux à l'état solide dégagerait une quantité de chaleur voisine de $+6,1$ à $+6,5$ pour une molécule.

sens de mes conclusions précédentes; on voit notamment qu'il est inférieur d'un peu moins de 7^{Cal} à la valeur thermique de l'alcool tertiaire.

» II. En outre, le premier et le troisième de ces nombres montrent que le premier hydrogène de l'acétylène paraît plus acide que l'autre

$$(+22,04 \quad \text{et} \quad +19,98).$$

» La différence, de plus de 2 calories, dépasse certainement toutes les erreurs d'expérience et de raisonnement possibles. Ce fait est général; tous les *diacides* (en prenant ce mot dans le sens le plus général) donnent deux nombres dont le premier est plus élevé que l'autre; de plus, sauf pour les diacides à carboxyle, la première valeur est plus forte et la seconde plus faible que s'il s'agissait d'un monoacide et de la même quantité. Beaucoup d'auteurs pensent que la seconde fonction intervient seulement par son caractère électronégatif, généralisant ainsi un fait bien connu, tandis que je crois qu'il se forme, en outre, une combinaison intramoléculaire entre le sel formé et la fonction qui n'a pas réagi [1]. De là l'exagération apparente de la première acidité et aussi la diminution apparente (de la même quantité) de la seconde.

» L'explication donnée communément m'a toujours paru expliquer la première différence, mais non la seconde, qui est pourtant certaine; dans le cas du glycol, par exemple. En outre, les valeurs de ces différences ne sont pas en rapport avec celles du caractère électronégatif (+ 3,6 pour l'acide oxalique, + 8,7 pour le glycol).

» Quoi qu'il en soit, il me paraît difficile de faire appel ici au caractère électronégatif du corps fixé sur le second carbone de l'acétylène, puisque c'est un atome d'hydrogène, pour expliquer une différence de plus de 2 calories; et c'est pourquoi je désirais dégager cette conséquence des résultats obtenus. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Nouvelles combinaisons de la pyridine, de la pipéridine et de la quinoléine avec les sels métalliques.* Note de M. **Raoul Varet**.

« Dans de précédentes Communications (*Comptes rendus*, 1891, p. 92 et 93), j'ai eu l'honneur de soumettre à l'Académie les résultats que j'avais obtenus en étudiant l'action des bases organiques sur les sels métal-

---

(1) *Comptes rendus*, t. CXIV, p. 123.

liques. J'ai poursuivi ces recherches que j'avais dû négliger, sans les abandonner pour cela, occupé que j'étais par mes expériences sur les combinaisons du mercure. Ce sont quelques-uns des nouveaux corps que j'ai préparés afin d'en faire l'étude thermochimique, que je veux seulement signaler dans la présente Note.

» I. *Bromocuivrite de pyridine.* — Dans de la pyridine maintenue à l'ébullition, on dissout du bromure cuivreux bien pur, jusqu'à saturation, et en évitant l'accès de l'air. La liqueur additionnée de pyridine bouillante et filtrée sur un entonnoir chaud, toujours à l'abri de l'air, abandonne par refroidissement des cristaux jaune vert qui, séchés très rapidement entre des doubles de papier, répondent à la formule

$$Cu^2Br^2.4C^5H^5Az.$$

» C'est un corps très soluble dans la pyridine, surtout à chaud. Il abandonne toute la pyridine qu'il contient, sous l'influence de la chaleur. Il est très altérable à l'air, il devient vert puis brunit.

» II. *Iodozincate de pyridine.* — L'iodure de zinc se combine à la pyridine en dégageant une quantité de chaleur assez considérable. On obtient dans cette réaction de fines aiguilles prismatiques dont la composition est exprimée par la formule

$$ZnI^2.2C^5H^5Az.$$

» III. *Cyanozincate de pyridine.* — Le cyanure de zinc ne semble pas se dissoudre en quantité notable dans la pyridine. Si l'on abandonne ces deux corps au contact à l'abri de la lumière et dans un endroit froid, on obtient une masse gélatineuse dont la composition oscille entre les deux formules suivantes :

$$ZnCy^2.2C^5H^5Az \quad \text{et} \quad 2ZnCy^2.3C^5H^5Az.$$

Ce corps perd toute sa pyridine quand on le chauffe à une température bien inférieure à celle de la décomposition du cyanure.

» IV. *Bromocadmiates de pyridine.* — L'action d'un excès de pyridine agissant à basse température sur le bromure de cadmium desséché, fournit comme je l'ai montré (*Comptes rendus,* 16 février 1891) le composé

$$CdBr^2.6C^5H^5Az.$$

Ce corps, dissous dans l'eau bouillante chargée de pyridine, donne naissance par refroidissement de la liqueur à de longues aiguilles prismatiques qui essorées entre des doubles de papier répondent à la formule

$$CdBr^2.2C^5H^5Az.$$

» V. *Bromonickelates de pyridine.* — L'action de la pyridine sur le bromure de nickel m'a fourni outre le composé $NiBr^2.4C^5H^5Az$, que j'ai déjà décrit (*Comptes rendus,* 23 mars 1891), des cristaux verts qui essorés entre des doubles de papier répondent à la formule

$$NiBr^2.2C^5H^5Az,$$

corps très soluble dans la pyridine. Il devient jaune quand on le chauffe et perd toute sa pyridine.

» J'ajouterai que j'ai préparé des combinaisons de la pyridine, de la pipéridine et de la quinoléine avec les sels halogènes d'aluminium, de fer; avec les iodures de baryum, de strontium et de calcium, avec le bromure et l'iodure de manganèse.

» J'ai aussi étudié l'action de la pipéridine sur les chlorures, bromures et iodures de zinc, de cadmium, de nickel et de cobalt.

» J'ai aussi réussi à combiner la quinoléine aux sels de mercure, à l'acétate et au sulfate d'argent, avec les sels de cuivre, etc.; j'aurai bientôt terminé l'étude de ces diverses combinaisons, et j'aurai l'honneur d'en soumettre les résultats à l'Académie dans de prochaines Notes. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la préparation du furfurane.* Note de M. P. FREUNDLER, présentée par M. Friedel.

« Le *furfurane* ou *furane*

```
HC——CH
||    ||
HC\  /CH
   O
```

qui se trouve en petite quantité dans les produits de la distillation de certains bois (pins, sapins, etc.) ([1]), n'a été obtenu jusqu'à présent qu'en très petite quantité et avec de faibles rendements; aussi ne connaît-on presque aucun de ses dérivés. MM. Limpricht et Schwanert ([2]) ont préparé ce corps en distillant le pyromucate de baryum avec de la chaux sodée. M. Henninger ([3]) l'a obtenu en faisant agir le perchlorure de phosphore sur son dihydrure.

» J'ai repris la distillation du pyromucate de baryum en l'effectuant dans toutes les conditions possibles, et j'ai pu constater que la formation du furfurane est accompagnée d'une autre réaction qui donne naissance à des produits gazeux. Ces produits gazeux sont : un *carbure* C^3H^4, de

---

([1]) ATTERBERG, *Ber.*, t. XIII, p. 281.
([2]) *Ann. Chem.*, t. CLXV, p. 281.
([3]) *A. Ch. Ph.* (6), t. VII, p. 217.

l'*oxyde de carbone* et, dans certaines conditions, de l'*hydrogène;* de sorte qu'on peut représenter la décomposition du pyromucate de baryum par les deux équations suivantes :

$$(C^4H^3O.CO^2)^2Ba + 2NaOH = BaCO^3 + Na^2CO^3 + 2C^4H^4O,$$
$$(C^4H^3O.CO^2)^2Ba + 2NaOH = BaCO^3 + Na^2CO^3 + 2C^3H^4 + 2CO.$$

» Le furfurane peut être condensé *complètement* dans deux tubes en U refroidis dans un mélange de glace et de sel. Les gaz passent successivement dans des flacons laveurs renfermant, les premiers une solution chloroformique de brome également refroidie, les suivants de la potasse et les derniers du chlorure cuivreux acide. Dans d'autres opérations le mélange gazeux a été recueilli dans un gazomètre en verre préalablement jaugé; j'ai pu déduire du volume total obtenu que les deux réactions précédentes s'effectuent dans la même proportion.

» La décomposition du pyromucate commence vers 220°, et devient très rapide à 300°. Elle est accélérée si l'on fait le vide dans l'appareil, tandis qu'elle s'arrête très rapidement lorsqu'on opère dans une enceinte fermée, même à 350°. Si l'on chauffe le pyromucate de baryum seul, il se décompose brusquement, en donnant principalement du furfurane ($\frac{2}{3}$) et peu de gaz ($\frac{1}{3}$) (¹). En employant la quantité calculée de chaux sodée ou de baryte déshydratée à 70°, la proportion de furfurane diminue et les gaz sont constitués par un mélange, à volumes égaux, de carbure et d'oxyde de carbone. Un grand excès de chaux sodée a pour effet de fixer ce dernier gaz, qui est alors remplacé par de l'hydrogène

$$CO + 2NaOH = Na^2CO^3 + H^2.$$

» Le *carbure* C^3H^4, dont je n'ai pas encore terminé l'étude, est un carbure éthylénique, car il ne précipite ni le chlorure cuivreux, ni l'azotate d'argent. Il donne un *tétrabromure* $C^3H^4Br^4$ très difficile à purifier, qui bout à 162°, sous 20^{mm}, et qui se décompose rapidement à la température ordinaire, en perdant de l'acide bromhydrique. Il paraît être différent du bromure d'allène, avec lequel je n'ai pu l'identifier jusqu'à présent.

» Le furfurane obtenu dans la décomposition du pyromucate est coloré en noir; de plus, on en obtient peu, et l'on en perd beaucoup en le transvasant.

» On obtient, au contraire, du furfurane pur et avec un rendement

(¹) Il ne se forme jamais que des traces de la cétone $C^4H^3O.CO.C^4H^3O$.

théorique en chauffant l'acide pyromucique à 260°-275°, en vase clos, pendant deux heures

$$C^4H^3O.CO^2H = CO + C^4H^3O.$$

» La pression intérieure des tubes ne permet d'opérer que sur 6gr à 7gr de matière à la fois ; mais on obtient encore, avec 5gr d'acide, plus du double de furfurane de ce qu'on peut avoir en distillant de 80gr à 100gr de pyromucate de baryum.

» Cette décomposition quantitative des acides non saturés, lorsqu'on les chauffe en vase clos au-dessus de leur point d'ébullition, paraît être générale. En chauffant de l'acide cinnamique à 350°, pendant quatre heures, on obtient un mélange de styrolène et de métastyrolène.

» Cette réaction pourra être utilisée pour préparer certains carbures, dans le cas d'un acide qui bout, sans décomposition, à la pression ordinaire [1]. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Solubilité de l'ecgonine.* Note de M. **Œchsner de Coninck.**

« L'ecgonine qui m'a servi dans ces expériences avait été préparée par le procédé classique, et se présentait sous la forme de cristaux blancs, d'apparence cubique.

» Ces cristaux ont été triés, et les solubilités dans différents milieux ont été déterminées avec les plus petits d'entre eux, en assez grand nombre d'ailleurs, pour que les expériences fussent toutes comparables [2].

» 1. *Eau distillée.* Pour dissoudre 1gr d'ecgonine, à +17°, il faut 4cc,6 d'eau pure.

» 2. *Alcool à* 95°. Pour dissoudre 1gr d'ecgonine, à +17°, il faut 67cc d'alcool.

» 3. *Éther ordinaire.* Ce véhicule, dont l'action a été essayée à +16°, dissout des traces d'ecgonine.

» 4. *Éther absolu.* A 16°, l'éther absolu n'a pas dissous d'ecgonine.

» 5. *Acétone rectifiée.* Expérience faite à +15°,6; l'ecgonine ne s'est pas dissoute.

» 6. *Acétone du bisulfite*; à la même température, même résultat.

» 7. *Éther acétique.* A +20°,6, il faut 77cc d'éther acétique, pour dissoudre 1gr d'ecgonine.

---

(1) Travail fait au laboratoire de Chimie organique de la Faculté des Sciences.

(2) En outre, j'ai fait venir un très bel échantillon d'ecgonine, préparé spécialement, et j'ai pu m'assurer par comparaison de la pureté de l'alcaloïde que j'employais.

» 8. *Ligroïne* (bouillant de 32° à 50°); l'ecgonine ne s'y dissout pas ($t = +16°$).

» 9. *Ligroïne* (bouillant de 50° à 65°); même résultat négatif pour la même température.

» 10. *Chloroforme;* l'ecgonine est insoluble ($t = +15°$).

» 11. *Bromoforme;* l'ecgonine est insoluble ($t = +13°,5$).

» 12. *Benzine ordinaire;* l'alcaloïde n'est pas soluble ($t = +16°$).

» 13. *Benzine cristallisable:* $t = +16°$; même résultat.

» 14. *Toluène ordinaire;* $t = +15°,4$; même résultat négatif.

» 15. *Toluène pur;* $t = +15°,4$; l'ecgonine ne se dissout pas.

» 16. *Alcool isobutylique pur;* $t = +16°,3$ ne dissout pas l'alcaloïde.

» 17. *Alcool méthylique rectifié;* à $+19°,2$, il faut $18^{cc},5$ d'alcool méthylique, pour dissoudre 1^{gr} d'ecgonine.

» 18. *Alcool éthylique à 66°;* à $+19°,6$, il faut 17^{cc} pour dissoudre 1^{gr} d'ecgonine.

» 19. *Alcool éthylique à 71°;* $t = +19°,8$; il faut $21^{cc},3$ de ce véhicule pour dissoudre 1^{gr} de l'alcaloïde.

» 20. *Bromure d'éthylène;* $t = +14°,8$; l'ecgonine ne se dissout pas.

» 21. *Sulfure de carbone pur;* $t = +14°$; l'ecgonine ne s'est pas dissoute.

» 22. *Tétrachlorure de carbone pur;* $t = +13°,7$; même résultat négatif.

» 23. *Térébenthine ordinaire;* $t = +14°,2$; même résultat négatif.

» 24. *Térébenthine pure;* $t = +13°,6$; alcaloïde insoluble.

» 25. *Paraldéhyde pure;* à $+17°,7$, il faut $133^{cc},4$ de paraldéhyde pure pour dissoudre 1^{gr} d'ecgonine [1]. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Étude comparée des quotients d'acides et des quotients de fermentation observés pendant la maturation des fruits* [2]. Note de M. C. Gerber, présentée par M. A. Chatin.

« Nous nous proposons de donner dans cette Note les résultats généraux d'une étude que nous venons de poursuivre sur les phénomènes physiques et chimiques qui s'accomplissent dans les tissus au cours du développement et de la maturation des fruits.

» Nous avons d'abord démontré que les fruits charnus sucrés présentent souvent, pendant leur maturation, un quotient respiratoire supérieur à l'unité, quotient qui offre une origine et des allures différentes suivant le degré de la maturation et les principes chimiques que ces fruits contien-

---

(1) Ces recherches ont été faites dans mon Service, à l'Institut de Chimie de la Faculté des Sciences de Montpellier.

(2) Travail fait à la Faculté des Sciences de Marseille.

nent. Nous avons été ainsi amené à distinguer deux catégories de quotients supérieurs à l'unité :

» Les uns, que nous appellerons *quotients d'acides*, sont dus à la présence des acides;

» Les autres, que nous appellerons *quotients de fermentation*, sont dus à l'insuffisance de la quantité d'air qui parvient aux cellules et à la production d'alcool qui en est la conséquence.

» Les *quotients d'acides* se présentent toutes les fois que les fruits qui contiennent des acides (citrique, tartrique, malique, etc.) se trouvent à une température supérieure à un certain degré. La limite inférieure à partir de laquelle se manifeste le quotient d'acides est assez élevée (25° à 30°) pour les fruits à acides citrique et tartrique; elle est moins élevée (15° environ) pour les fruits à acide malique. Il est à remarquer que nous avons obtenu les mêmes quotients supérieurs à l'unité en cultivant [1] le *Sterigmatocystis nigra* sur des solutions ne contenant que les acides précédents. Il est ainsi prouvé que l'élévation du quotient respiratoire, signalé plus haut dans les fruits acides, est due à la présence de ces acides. Mais, en plus de cette expérience, et pour nous placer dans des conditions tout à fait comparables à celles que présentent les fruits, nous avons cultivé le même champignon dans des solutions contenant un mélange de sucre et d'acide. Or, dans ce cas, nous avons trouvé les mêmes quotients supérieurs à l'unité que dans les fruits acides, et le même écart entre les limites inférieures de température où apparaissent, pour les différents acides, les quotients supérieurs à l'unité.

» Les quotients d'acides se rencontrent également chez les plantes grasses; cela nous permet de rapprocher leur respiration de celle des fruits acides et d'apposer ces deux respirations à celle des plantes ordinaires dont le quotient est toujours inférieur à l'unité, comme l'ont établi MM. Bonnier et Mangin.

» *Les quotients de fermentation* se produisent toutes les fois que l'oxygène de l'atmosphère n'arrive plus aux cellules en quantité suffisante. Ce manque d'oxygène est dû à la formation de pectine, formation qui, d'une part, est accompagnée d'une augmentation de l'activité cellulaire et qui, d'autre part, détermine une diminution dans l'apport de l'oxygène aux cellules par suite de l'occlusion des méats intercellulaires par le gonflement de la pectine [2].

---

(1) *Comptes rendus*, 18 janvier 1897.
(2) C. Gerber, *Comptes rendus*; mai 1897.

» Grâce à ces transformations pectiques qui se produisent dans certains fruits (kakis, prunes, sorbes, nèfles, etc.), ceux-ci se trouvent donc, bien que plongés dans une atmosphère contenant de l'oxygène, placés dans les mêmes conditions que les fruits plongés dans des gaz dépourvus d'oxygène par MM. Lechartier et Bellamy et ils se comportent de la même façon.

» Le *quotient de fermentation* diffère du *quotient d'acide :*

» 1° *Par l'époque à laquelle on le constate.* — Il se manifeste à la fin de la maturation tandis que le quotient d'acides apparaît au début.

» 2° *Par la température minima à laquelle il se manifeste.* — On peut l'observer aux basses températures, même à 0°, tandis que le quotient d'acides n'apparaît guère qu'à 25° ou 30°.

» 3° *Par sa valeur.* — Cette valeur est souvent supérieure à 3, tandis que le quotient d'acide est généralement plus petit que 1,50.

» 4° *Par l'intensité respiratoire correspondante.* — Cette intensité est bien moins forte quand on constate le même quotient de fermentation qu'avant son apparition, tandis qu'elle est bien plus forte quand c'est le quotient d'acide qui se manifeste.

» 5° *Par les modifications qu'il éprouve sous l'influence du sectionnement.* — Le sectionnement diminue légèrement de valeur et augmente à peine l'intensité respiratoire correspondante, tandis qu'il élève considérablement le quotient d'acide, en même temps que l'intensité respiratoire s'accroît fortement.

» 6° *Par les changements chimiques qui se produisent dans les fruits :*

» (*a*) Chaque fois que l'on observe le quotient de fermentation, les substances sucrées des fruits se transforment partiellement en alcools et acides volatils. Il en résulte des éthers qui constituent le parfum de ces fruits.

» L'absence d'hydrogène, dans les gaz dégagés pendant la fermentation produite par les cellules des fruits, différencie cette fermentation de celles qui déterminent le bacille amylozyme de M. Perdrix et le *bacyllus orthobutylicus* de M. Grimbert, et la rapproche de la fermentation alcoolique ordinaire.

» (*b*) Chaque fois que l'on observe le quotient d'acide, les acides des fruits se transforment partiellement en hydrates de carbone. Nous avons établi ce fait de la façon suivante :

» 1° Les moisissures, cultivées sur un milieu nutritif ne contenant que des acides, forment des hydrates de carbone (*mycelium*). En même temps, elles présentent un quotient respiratoire supérieur au quotient que l'on obtiendrait en oxydant complètement la molécule des acides. Un quotient

supérieur au quotient d'oxydation complète de ceux-ci indique donc la formation des hydrates de carbone. Les fruits, ainsi que les moisissures cultivées sur un milieu nutritif qui contient un mélange de sucre et d'acide, présentant, tant que les acides dominent, un quotient supérieur au quotient d'oxydation complète de ceux-ci, nous pouvons dire qu'il se forme, dans ces conditions, des hydrates de carbone aux dépens des acides des fruits. Cette formation se produit encore dans les fruits contenant une très faible quantité d'acide et une grande quantité de sucre; mais la combustion de ce sucre, qui se produit avec un quotient au plus égal à l'unité, abaisse la valeur très élevée du quotient de formation des hydrates de carbone au-dessous de celle du quotient d'oxydation complète des acides.

» 2° Dans les pommes cueillies, nous avons constaté que la quantité de substances sucrées qui se forment aux températures élevées est supérieure à la quantité d'amidon disparu et correspond à peu près à la somme de l'amidon et de l'acide disparus. »

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Sur la dénaturation de l'alcool.* Note de M. **Ernest Barillot**, présentée par M. Troost.

« La dénaturation de l'alcool est une opération d'une très grande importance, tant au point de vue fiscal qu'à celui de l'hygiène publique; car le fraudeur, en revivifiant l'alcool dénaturé, cherche à échapper aux droits de la Régie; mais, ne pouvant le plus souvent arriver à le bien purifier, il y laisse des matières nocives, qui contribuent au développement de l'alcoolisme.

» Un bon dénaturant doit être difficilement éliminable, et son élimination, en tout cas, ne doit pouvoir être faite avec profit.

» On a proposé de remplacer le dénaturant actuel par des huiles sulfurées (mercaptans, huile neutre de Zeiss, etc.); l'odeur infecte de ces produits, l'acide sulfureux dégagé dans leur combustion, les font *a priori* rejeter.

» On préconise la dénaturation par les *huiles d'acétone*, procédé employé en Suisse (Dr Lang).

» Ces huiles sont dérivées de la calcination de l'acétate de chaux; elles accompagnent l'acétone dans sa préparation; on les extrait aussi des produits de décomposition pyrogénée des sels alcalins-terreux, provenant d'acides gras supérieurs formés dans l'oxydation violente des fusels (Dr Lang).

» Ce mode de dénaturation est illusoire. Nous allons indiquer par quels procédés simples et peu coûteux on peut revivifier les alcools ainsi dénaturés.

» Les huiles d'acétone se composent de carbures benzéniques et paraféniques et d'une partie kétonique (méthyléthyl-acétone, éthyl, butyl, etc. acétone). En solution dans l'alcool, à 95°, ces acétones supérieurs sont précipités presque intégralement par le bisulfite de soude ($D = 1,135$), exempt d'acide sulfureux en excès; il suffit, par filtration, de séparer le liquide de la combinaison bisulfitique; ce liquide, fractionné dans un appareil convenable (Le Bel-Henninger, Durin, Monnet, Anderlini, etc.), donne en tête les carbures légers benzéniques, au milieu l'alcool parfaitement consommable, en queue l'alcool dilué à rectifier.

» Le composé bisulfitique, distillé sur un excès d'alcali, rend les kétones.

» 100^{cc} d'alcool dénaturé suisse (authentique d'origine) ont donné :

» 1° Poids du composé bisulfitique $9^{gr},200$;

» 2° *Distillation fractionnée* (tube Monnet à grains de plomb), hauteur $0^{m},30$ après saturation par un alcali :

» *Tête* (*a*), 10^{cc} contenant les benzols que l'addition d'eau met en liberté.

» *Tête* (*b*), 10^{cc} d'alcool à 93° ne troublant pas l'eau, doués d'odeur et saveur désagréables.

» *Milieu* (*c*), 70^{cc} d'alcool à 94°, odeur et saveur permettant la consommation par la bouche.

» *Queues* (*d*), laiteuses, infectes, forte odeur pyridique et quinoléique.

» On arrive donc à renaturer 70 pour 100 du volume initial d'une façon suffisante pour la consommation et il est facile de pousser plus loin la purification.

» Bien qu'enlevant la plus grande partie des kétones, ce procédé laisse encore quelques traces d'acétones qui permettent de constater la fraude, et qui sont le *corpus delicti*, mais ces 0,05 à 0,01 pour 100 d'acétones supérieurs sont facilement éliminables par le chlore ou l'iode en solution alcaline; et la renaturation devient parfaite, elle échappe tant à nos organes qu'aux réactifs chimiques.

» Il y a lieu de tenir compte des constatations précédentes dans le choix d'un bon dénaturant, question dont se préoccupent en ce moment les pouvoirs publics, tant au point de vue fiscal qu'à celui de la santé publique. »

ZOOLOGIE. — *Sur la coquille embryonnaire ou* prodissoconque *des Lamellibranches.* Note de M. **Félix Bernard**, présentée par M. Edmond Perrier.

« On sait que la coquille des Lamellibranches, au premier stade, après sa calcification, est formée de deux valves à charnière rectiligne, dépourvues d'ornements de formations cardinales et de fossette ligamentaire. J'ai dénommé ce stade *Protostracum.* C'est celui auquel éclosent les Nayadès, et la larve *Glochidium* représente, à mes yeux, non pas la prodissoconque définitive, mais le stade protostracum, traversé par tous les autres Lamellibranches. Effectivement, j'ai réussi à retrouver le protostracum au sommet de toutes les prodissoconques étudiées. Dans la majorité des cas l'accroissement de la coquille se fait de telle sorte que la ligne cardinale du protostracum ne s'accroît pas pendant la durée de la prodissoconque, et cette ligne sert ainsi de charnière soit pendant tout ce stade, soit au moins pendant la plus grande partie.

» Il est rare que la *prodissoconque* se présente avec le même degré de simplicité que le protostracum, sans différenciation cardinale (quelques *Lepton, Erycina*). Chez tous les *Anisomyaires* et les *Taxodontes* se développe un type uniforme de charnière que Dall, d'après mes recherches, a désigné du nom, que j'accepte, de *Provinculum.* Il consiste en un épaississement de la charnière, orné de crénelures perpendiculaires au bord cardinal. Au centre, c'est-à-dire vers le milieu de la ligne cardinale du protostracum, cet épaississement est creusé de la fossette ligamentaire primitive. J'ai décrit antérieurement les formes variées que prend cette prodissoconque dans les diverses familles. La prodissoconque des *Ostrea* semble au premier abord d'un type différent ([1]). Elle montre, en effet, constamment une seule rangée de crénelures, occupant toute la charnière primitive, le ligament étant en avant. Or une forme actuelle, *O. Cochlear,* chez laquelle la dissymétrie dans tout le cours du développement, s'accuse beaucoup moins que chez les autres Huîtres, permet d'expliquer l'anomalie : il existe en effet, en avant du ligament, une courte bande de quatre crénelures. Dans d'autres espèces on trouve aussi sporadiquement des traces de crénelures antérieures, nombreuses, mais peu marquées. Cela montre qu'il s'est opéré chez l'Huître une torsion précoce d'arrière en avant, par suite

---

([1]) *Bulletin de la Société géologique de France,* 3e série, t. XXIII, 1895, et t. XXIV, 1896.

de laquelle la moitié antérieure du provinculum, reportée sur le côté, a été frappée d'avortement.

» *Hétérodontes.* — Les prodissoconques des Hétérodontes sont en général de petite taille, et très simples. Elles ne diffèrent du protostracum que par leur forme plus bombée, déterminant des rudiments de sommet. Leur évolution est si rapide que les crénelures n'ont, en général, pas le temps de se former. Les dents définitives apparaissent en effet d'une manière très précoce, au moment où va commencer à se développer la dissoconque et sur le contour même de la prodissoconque. Il y a cependant des exceptions. Certains *Cardium* et *Donax* montrent le provinculum normal avant les dents. Il en est de même de deux genres à coquille interne : *Chlamydoconcha* Dall et *Scioberetia* F. B. qui n'ont pas de dents véritables. D'autres formes incubatrices, dont la prodissoconque affecte des formes bizarres, montrent les crénelures, très nettes, seulement après les dents (*Condylocardia, Thecalia*). Enfin j'ai cru reconnaître des rudiments de crénelures chez quelques individus de *Lutetia* et de *Modiolarca*.

» Le cas des formes incubatrices est des plus intéressants. Chez toutes celles de ces formes que j'ai étudiées, sauf *Ostrea*, la charnière est toujours rectiligne, sans crochet. Les *Mytilidés*, où l'embryon est mis en liberté à une petite taille, ont le type normal de prodissoconque; mais dans les formes qui suivent, les prodissoconques atteignent de grandes dimensions et deviennent très spéciales. Un Arcidé (*Arca vivipara* F. B.) et toutes les espèces d'un Aviculidé (*Philobrya*) ont une prodissoconque à très longue charnière rectiligne, où les crénelures apparaissent très tard, quand la taille maximum est atteinte. Dans certaines espèces, l'ornementation est tout à fait extraordinaire. Chez quelques Erycinacés (*Modiolarca, Lasœa,* etc.), la prodissoconque est lisse et n'a pas trace de crénelures, et c'est seulement quand la taille maximum est près d'être atteinte qu'il apparaît de chaque côté, à chaque valve, une dent qui, d'ailleurs, n'est pas homologue dans les divers types. Les genres de Carditacés *Condylocardia* et *Thecalia* ont de grandes prodissoconques des plus bizarres, où les dents sont bien moins précoces et ont une évolution bien plus lente que chez les Carditidés normaux ([1]).

» Ce n'est pas directement au fait de l'incubation qu'il faut attribuer ces singularités dans le développement des formes qui précèdent, mais plutôt à la grosseur de l'œuf, à la présence d'une grande quantité de vitellus et au mode particulier de développement qui en résulte. La

---

([1]) *Journ. de Conchyoliologie,* juillet 1896.

segmentation très inégale aboutit à la constitution tardive d'un embryon déjà très évolué. Cet embryon est très protégé et peu mobile, soit par le fait de l'incubation, soit par la présence d'une forte coque. Dès lors on conçoit que les formations cardinales, dont l'apparition n'est plus excitée par les nécessités mécaniques du fonctionnement des valves, se développent tardivement. Au contraire, plus la valve devient libre de bonne heure, plus les productions cardinales seront précoces, et nous aurons à constater chez les Hétérodontes les progrès de l'accélération embryogénique.

» A quoi correspond l'existence constante de la prodissoconque, pourtant si variable dans ses caractères? Il est manifeste que la fin de ce stade correspond à un temps d'arrêt dans la croissance. Fréquemment, ce temps est utilisé à l'épaississement total ou partiel de la coquille, au perfectionnement du provinculum, et même souvent à la constitution des dents qui se montrent le long du bord épaissi de la prodissoconque.

» Or, j'ai pu vérifier sur les formes incubatrices qu'un travail analogue s'opère pour l'ensemble des organes. Le temps de la formation de la prodissoconque est une phase de croissance rapide de l'embryon, dont les organes sont encore rudimentaires. Au stade de la prodissoconque définitive, la spécialisation des cellules et la délimitation plus précise des organes s'opère, si bien qu'à la fin la coquille est habitée par un animal complet, pourvu d'organes aptes à fonctionner. Je n'ai pu vérifier ces faits pour les larves libres, mais ils me semblent s'accorder avec ce qu'on sait de leur développement. Dans cette hypothèse, les formes, où une faible différence distingue la prodissoconque du stade suivant, seraient celles où un court arrêt de croissance interviendrait et où le développement tendrait à être continu.

» Bien que le nombre des Lamellibranches dont l'animal est connu à ce stade soit encore peu considérable, il me semble cependant se dégager, des recherches des divers auteurs et des miennes, une importante induction. Quoique les formes étudiées appartiennent à des types très éloignés et à mode de développement différent, l'animal, au stade prodissoconque, peut se ramener facilement à un type très simple et très schématique de Lamellibranche : cette larve est pourvue de deux muscles adducteurs (même chez *Ostrea* et *Philobrya*, qui sont monomyaires à l'état adulte), de muscles pédieux, de trois paires de ganglions, d'un pied propre à la reptation, d'un manteau à lobes libres, sans siphon; de branchies situées très en arrière, et, en outre, du vélum caractéristique de toute larve de Mollusque. Divers points d'anatomie restent encore à éclaircir au sujet de cette larve, comme la structure du cœur et des branchies, mais néanmoins on peut

tout au moins voir là un stade commun à tous les Lamellibranches, constitué de manière à pouvoir vivre en liberté, et, par conséquent, représentant visiblement la forme ancestrale. C'est de ce stade qu'on devra partir pour reconstituer la phylogénie des Lamellibranches ([1]). »

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *Maladie des branches des Mûriers de la Turquie d'Europe*. Note de MM. **Prillieux** et **Delacroix**, présentée par M. Guignard.

« Le Laboratoire de Pathologie végétale a reçu de M. Kitabiai, d'Andrinople, des rameaux morts de Mûriers attaqués par une maladie qu'il signale comme causant des dommages importants dans la région et qui a été tout spécialement observée à Mistapha-Pacha depuis 1894.

» Les premiers symptômes du mal apparaissent au printemps. En 1896, ils se sont manifestés le 25 mai. Ils consistent en un très léger changement dans la couleur des feuilles des rameaux attaqués; le point d'attaque du mal se trouve toujours à un bourgeon axillaire situé à une hauteur quelconque sur le rameau. Toutes les feuilles nées au-dessus de ce point, jusqu'à l'extrémité du rameau, souffrent, tandis que les parties situées au-dessous, jusqu'au tronc, restent saines. Au bout de deux jours, le rameau ou la partie du rameau qui est au-dessus du point attaqué meurt. Le bourgeon et la base de sa feuille-mère, qui sont le foyer du mal, sont déjà désorganisés et l'on y distingue souvent une sorte de moisissure blanche.

» Sur les rameaux secs que nous avons reçus de Turquie, l'altération s'est étendue souvent à une assez grande distance autour du point d'attaque initiale. Là, l'écorce est entièrement détruite jusqu'au bois; il n'en reste plus que des fibres, formant une sorte de revêtement de filaments de filasse à la surface du bois nécrosé et désorganisé lui-même dans ses couches superficielles.

» En outre, et c'est le caractère le plus précis du mal, sur le bois altéré, au-dessous des fibres, se trouvent des corps noirs et durs, adhérant souvent soit aux fibres, soit au bois. Ce sont des sclérotes encore entourés, en certains endroits, des filaments du parasite qui a corrodé le bois et l'écorce et causé cette maladie des branches du Mûrier.

» Ces sclérotes, de forme variable, tantôt isolés, tantôt contigus et plus ou moins soudés plusieurs ensemble, présentent une structure identique à

([1]) Ce travail a été fait au laboratoire de Malacologie du Muséum.

celle des sclérotes du *Sclerotinia Libertiana* qui attaque les Topinambours, les Carottes, les Haricots, les Fèves, etc.

» Dans les parties attaquées des rameaux du Mûrier, il ne reste plus rien ni du parenchyme cortical, ni du liber mou; dans les couches superficielles du bois, les vaisseaux seuls résistent à la corrosion qui détruit les fibres et les cellules ligneuses. Dans ces vaisseaux et à la surface corrodée du bois, on distingue très bien les filaments cloisonnés et ramifiés du mycélium. Les sclérotes se moulent sur le bois corrodé; ils se collent par leur écorce noire aux gros vaisseaux isolés, qui font saillie et s'enfoncent dans les petites dépressions produites par les rayons médullaires.

» Parfois, on trouve dans l'intérieur même de ces sclérotes des débris des tissus non complètement détruits, et, particulièrement dans ceux qui se forment sur la place même des bourgeons, on reconnaît des trachées déroulables très nettement distinctes.

» Ces sclérotes isolés ou adhérant encore aux branches, placés sur du sable humide, à l'abri d'une cloche, ont produit dans le courant du mois d'avril des fructifications d'une petite Pézize de couleur fauve, qui, par ses caractères extérieurs, la forme et la taille de ses asques et de ses spores, nous a paru ne différer en rien du *Sclerotinia Libertiana*, dont le développement et l'histoire entière ont été étudiés d'une façon si complète par de Bary.

» Des spores provenant des apothécies nées des sclérotes du Mûrier ont germé avec la plus grande facilité. Au bout de vingt-quatre heures, elles avaient produit des filaments de mycélium cloisonnés et ramifiés. Placés à la surface d'un liquide nutritif, ils l'ont bientôt couverte d'une sorte de peau feutrée d'un blanc vif, dans laquelle se sont ensuite formés des sclérotes.

» Les filaments mycéliens provenant de spores semées dans une goutte de liquide sur une lame de verre ont produit, dès le troisième jour, de ces crampons qui ont été décrits et figurés par Brefeld et de Bary; mais, pas plus que de Bary, nous n'avons vu apparaître dans ces germinations de ces petits corps globuleux qui ont été signalés et figurés par Brefeld dans le *Sclerotinia Libertiana*.

» Les filaments mycéliens provenant des semis de spores du *Sclerotinia* du Mûrier, placés sur des Carottes, les ont attaquées et décomposées rapidement en présentant exactement tous les phénomènes décrits par de Bary. Placés sur de jeunes pousses de Mûrier, dans les premiers jours de mai, il en ont causé l'infection.

» De jeunes boutures de Mûrier, mises sous cloche à la fin d'avril, quand

les feuilles commençaient à se développer, auprès d'un rameau de Mûrier provenant de Turquie et couvert d'apothécies de *Sclerotinia*, ont été infectées; des feuilles naissantes et de jeunes pousses qui commençaient à s'allonger ont été atteintes et tuées.

» De tous ces faits il résulte que la maladie des branches des Mûriers de la Turquie d'Europe est très certainement produite par le *Sclerotinia Libertiana*, comme la maladie à sclérotes des Haricots, des Fèves et des Topinambours.

» On a signalé en France, maintes fois, une maladie des branches du Mûrier. Dans bien des cas, on a reconnu que les arbres qui se couvrent de branches mortes ont les racines attaquées par un Pourridié, dû, soit au *Rosellinia aquila*, soit au *Dematophora necatrix*, soit à l'*Armillaria mellea;* mais il n'est pas du tout certain que le dessèchement des branches ne soit jamais que la conséquence du dépérissement général de l'arbre. Il serait tout particulièrement intéressant de rechercher si la maladie des branches du Mûrier n'est pas parfois, en France comme en Turquie, due au parasitisme du *Sclerotinia Libertiana*. »

GÉOLOGIE. — *Sur l'hydrographie souterraine et les chouruns du Dévoluy* (*Hautes-Alpes*). Note de M. **E.-A. Martel**, présentée par M. Albert Gaudry.

« Le grand cirque naturel du massif du Dévoluy possède un double système hydrographique dont une partie, toute souterraine, n'a fait jusqu'à présent l'objet d'aucune étude.

» A la surface du sol, les dépôts éocènes et miocènes imperméables des deux vallées de Saint-Étienne-en-Dévoluy et d'Agnières ont permis à deux petites rivières, la Souloise et la Ribière, de se créer un cours aérien pérenne. Mais, en dessous de ces dépôts tertiaires, ainsi que dans les flancs des montagnes qui les entourent, les crevasses de l'urgonien et du sénonien recèlent une active circulation d'eaux intérieures, pareille à celles de toutes les formations calcaires fissurées.

» Les fentes rocheuses du Dévoluy, ses cavernes, ses puits naturels, qui portent le nom local de *chouruns* [1], absorbent les pluies et les neiges fondues, exactement comme les *avens* des Causses et les *trichter* du Karst. En dehors de la zone tertiaire, toutes les ravines sont généralement à sec.

---

[1] D'après M. David Martin, ce mot dériverait de l'arabe *chourhun*, abîme.

» A l'extrémité nord du massif, un seul émissaire connu ramène au jour les eaux ainsi englouties, c'est la double source des *Gillardes*, créée par une disposition géologique et topographique analogue à celle qui a produit la fontaine de Vaucluse.

» Le jeu des plis synclinaux (¹) semble avoir infléchi le sous-sol du Dévoluy en *fond de bateau*, avec une inclinaison marquée vers le Nord; et au point même où la Souloise superficielle s'échappe du massif, par l'étroite et grandiose *cluse de la Baume*, un relèvement subit de calcaires argileux oxfordiens délivre les Gillardes des galeries souterraines qu'elles se sont creusées dans le crétacé sénonien.

» Tout pareillement le siphon de sortie de Vaucluse s'est établi entre l'urgonien fendillé et le néocomien marneux ou même la mollasse marine (²). La seule différence consiste en ce que les Gillardes ne sont pas des *sources ascendantes* à bassin siphonnant comme le Loiret, la Touvre, Vaucluse, le Shannon d'Irlande, l'Ombla de Raguse, etc., mais bien des *sources aveuglées*, c'est-à-dire filtrant à travers les interstices d'éboulis chaotiques, qui ont bouché l'issue de leurs aqueducs, comme à la Sorgues d'Aveyron, au Pêcher de Florac (Lozère), la Foux de la Vis (Hérault), la Bosna (Bosnie), etc. Les Gillardes, complètement impénétrables à l'homme, sextuplent instantanément le débit moyen de la Souloise.

» Du 31 juillet au 2 août 1896, j'ai visité, avec MM. P. Lory, Martin, Tabouret, Vésignié, L. Armand, etc., plusieurs de ces chouruns ou abîmes, dans lesquels on n'avait jamais tenté de descendre (³).

» Deux ont présenté un intérêt tout spécial. L'un situé à l'ouest du village d'Agnières, par 1740^{m} d'altitude, s'appelle le *chourun Clot*. C'est une glacière naturelle fort originale. Un entonnoir plein de neige, long à l'ouverture de 18^{m} et large de 4^{m},50, mène, par une pente de 45°, à 25^{m} de profondeur, au bord d'un trou vertical de 15^{m} à pic et de 1^{m} à 2^{m} de diamètre. Ce puits, rempli de stalactites de glace, aboutit à une galerie inclinée de 15° à 50°, entièrement revêtue d'une épaisse couche de glace; au début, on peut descendre en taillant des pas, puis l'inclinaison devient telle qu'il faut se laisser glisser sur la glace au bout d'une corde. A 70^{m} de profondeur totale se trouve une petite salle que la glace ferme presque entièrement, ne laissant que d'étroites fentes où passe la main; au delà, un suintement d'eau dé-

---

(¹) Voir P. Lory, *Sur la Tectonique du Dévoluy* (*Comptes rendus*, 17 août 1896).

(²) Voir mes *Abîmes*, p. 559; Leenhardt, le *Mont Ventoux*, p. 185; Carte géologique au 80 000e, feuilles de Forcalquier et d'Avignon.

(³) Voir le récit détaillé de ces recherches avec plans et coupes, dans l'*Annuaire de la Société des touristes du Dauphiné* pour 1896 (sous presse, Grenoble).

nonce une prolongation, mais il faudrait démolir à coups de pioche l'épaisse banquise. Ce travail ferait peut-être découvrir d'autres galeries, conduisant vers le grand collecteur des Gillardes les eaux de fonte de cette glacière, que j'ai trouvée toute suintante de dégel à la température de + 0°,5 C.

» Le second chourun, dit *chourun du Camarguier* ou de *Pré de Laup*, s'ouvre à côté de cinq ou six autres, au pied oriental du Grand Ferrand, par 1550^m d'altitude; son ouverture est une crevasse de 5^m de longueur sur 0^m,60 à 1^m de largeur; l'intérieur (temp. 5°,5 C.), excellent type d'abîme normal creusé par les eaux engouffrées, débute par un premier puits d'érosion de 32^m à pic. Un second puits conduit, à 55^m de profondeur totale, à une étroite lucarne impénétrable, par où les pierres jetées tombent au moins 20^m plus bas. Comme à Jean-Nouveau (Vaucluse), Combelongue (Aveyron), Hures (Lozère), etc., le pic et la pioche permettront seuls de connaître cet étage inférieur. Il recueille aussi les eaux de suintement infiltrées parmi les strates calcaires de la montagne, et les dirige certainement vers les Gillardes.

» Voilà donc deux gouffres, qui, assez exceptionnellement, ne sont pas, comme la plupart de leurs semblables, bouchés par les matériaux détritiques, et où des travaux d'élargissement présenteraient les plus grandes chances de succès.

» Il n'en est pas de même de *Tintarelle*, le chourun le plus redouté du Dévoluy, sur le plateau d'Aurouze. M. Vésignié y est descendu au mois de septembre et l'a vu complètement obstrué, à 50^m de profondeur, par les pierres et l'argile de transport.

» Le fameux puits jaillissant *des Bancs*, où nous n'avons pu pénétrer que de quelques mètres, sert tout simplement de trop-plein à l'une des veinules souterraines inconnues du Dévoluy; ses dernières *éruptions* datent de 1885 et 1891.

» Il est bien manifeste que les chouruns sont les drains alimentaires de la grande source de la contrée. La provenance élevée de l'eau des Gillardes est d'ailleurs prouvée par sa basse température (6°,5 C.), puisque, à 900^m d'altitude environ, elle n'est que d'un demi-degré plus chaude qu'une petite fontaine (6° C.) située vers 1540^m d'altitude à côté du chourun de Pré de Laup [1]. Le problème hydrographique souterrain du Dévoluy reste exactement le même que pour tous les plateaux calcaires du monde, dépourvus d'eau courante à leur surface et dotés de puissantes sources à leur base. L'énigme n'est résolue que par en haut, pour les puits naturels seuls;

---

(1) Ce qui démontre une fois de plus que la température des sources ne correspond pas toujours à la température moyenne annuelle du lieu (voir *Comptes rendus*, 13 janvier 1896).

ce sont bien eux qui, en absorbant les pluies, vont constituer les rivières souterraines aboutissant aux grandes fontaines; l'autre partie du problème, la concentration de toutes ces veines capillaires en une seule artère, à l'image de la circulation du sang, de la sève des arbres et des cours d'eau aériens reste à résoudre presque partout.

» Mais les véritables *confluents* souterrains déjà reconnus à Bramabiau (Gard), à Marble-Arch (Irlande), aux cavernes d'Adelsberg (Autriche), etc., permettent dès maintenant de conjecturer comment cette concentration s'opère : exactement comme celle des ruisseaux, rivières et fleuves à la surface du sol. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Troubles trophiques consécutifs à la section des racines postérieures médullaires.* Note de M. **J.-P. Morat**, présentée par M. A. Chauveau.

« Dans une précédente Note, j'ai indiqué des faits physiologiques démontrant l'existence d'éléments nerveux *centrifuges* dans les racines *postérieures* médullaires. J'ai insisté sur les caractères un peu particuliers de la dégénération de ces éléments après section. Je désire aujourd'hui attirer l'attention sur des phénomènes de l'ordre *trophique* qui se produisent dans le champ de distribution de ces nerfs.

» Sur la face plantaire des orteils du membre correspondant aux racines sectionnées apparaissent, après un temps variable (rarement moins d'un mois) des ulcérations qui vont grandissant en largeur et en profondeur; il y a chute des poils, chute des ongles, épaississement des os, infiltration et induration du derme et du tissu conjonctif sous-cutané. Ces lésions rappellent celles décrites en clinique sous le nom de *mal perforant* du pied.

» La relation entre ces troubles, dits *trophiques*, et les altérations originelles des nerfs est connue depuis longtemps. On a même produit des observations de lésions des racines postérieures les ayant provoquées, et, dans ce cas, on a incriminé généralement l'altération du ganglion spinal. Mes expériences montrent clairement que cette condition n'est pas nécessaire. La section des racines ayant été faite entre le ganglion et la moelle, le nerf sensitif reste sain du côté de la périphérie. Les troubles trophiques de la peau ne sont donc pas une extension à celle-ci de la dégénération du nerf sensitif, pas plus, du reste, que de tout autre nerf. La condition de

leur apparition est à rechercher dans la paralysie fonctionnelle d'éléments nerveux dont la conductibilité a été interrompue; quels sont ces éléments?

» Contrairement à l'opinion, encore très en faveur, que ces troubles de la nutrition seraient liés à la perte de la sensibilité du membre innervé, il me paraît impossible de les rattacher à la paralysie des éléments sensitifs. Il n'y a, en effet, aucune concordance entre l'anesthésie et l'altération concomitante de la nutrition. L'anesthésie est immédiate, la déviation trophique est, au contraire, tardive. Les ulcérations se forment parfois sur des surfaces dont la sensibilité est intacte; bien plus, il m'est arrivé de les observer dans des régions qui étaient le siège d'une vive hyperesthésie, laquelle aurait dû pourtant être une protection plus que suffisante contre les traumatismes ordinaires, cause présumée de ces lésions.

» Mais, en plus des nerfs sensitifs, la section des racines postérieures interrompt, comme on l'a vu, la continuité d'un certain nombre d'éléments vaso-dilatateurs. Est-ce à la paralysie de ces derniers qu'il faut rapporter les altérations nutritives? Cette seconde explication n'a pas plus de valeur que la précédente. La circulation dans le membre n'est pas en souffrance, assurée qu'elle est par les vaso-moteurs (dilatateurs et constricteurs) qui procèdent de la région dorso-lombaire de la moelle par la chaîne du grand sympathique et vont rejoindre les gros troncs nerveux des plexus lombaire et sacré.

» Par voie d'exclusion, nous sommes conduit à admettre comme probable l'existence de nerfs centrifuges commandant directement aux tissus de la peau et gouvernant, sans appareil intermédiaire, le mécanisme intime encore si peu connu de la fonction de ceux-ci, nerf dont la paralysie amène, à la longue, l'altération de structure de ces tissus, comme celle des nerfs moteurs entraîne celle des muscles correspondants.

» Ces nerfs particuliers, dont l'existence a besoin d'être appuyée par des preuves plus directes que toutes celles fournies jusqu'ici, ne seraient cependant pas des nerfs *trophiques*, comme on les entend ordinairement, pas plus du reste que les nerfs musculo-moteurs ne sont trophiques ou doublés d'éléments trophiques distincts d'eux-mêmes. Ce sont simplement des nerfs fonctionnels qui étendent le champ d'action du système nerveux à des éléments anatomiques que l'on suppose, sans raison bien valable, devoir lui être soustraits. Les nerfs *sécréteurs* ont été niés tout d'abord en vertu de fin de non-recevoir de ce genre; puis ils ont été appelés, eux

aussi, des nerfs trophiques, avant de devenir les nerfs *moteurs glandulaires* que nous admettons aujourd'hui. Dans l'extension que nous tentons de donner au système nerveux, le pas qu'il reste à franchir est moins grand entre les épithéliums de revêtement et le tissu glandulaire qu'il n'était autrefois entre ce dernier et le tissu musculaire; mais l'expérience vraiment décisive, qui emportera la conviction, est encore à trouver. »

PHYSIOLOGIE. — *Influence du poids tenseur sur la chaleur dégagée par le muscle pendant la contraction*. Note de Mlle **M. Pompilian**, présentée par M. Marey (1).

« Depuis les recherches de Heidenhain sur les muscles de grenouille, on sait, et le fait a été vérifié par d'autres physiologistes (Fick, Danilewsky, etc.), que, si l'on charge un muscle avec des poids de plus en plus forts, le travail mécanique et la chaleur dégagée pendant la contraction augmentent, et cela seulement jusqu'à une certaine limite au delà de laquelle ils diminuent et l'échauffement plus vite que le travail (Heidenhain, *Mechanische Leistung*, p. 141; 1864).

» Il n'en est pas de même chez les Homéothermes. Les recherches thermométriques faites sur le chien par Meade Smith (*Arch. f. A. und Phys.*, p. 105; 1881) et Lukjanow (*Arch. f. A. und Phys.*, p. 117; 1886) aussi bien sur des muscles à circulation intacte qu'anémiés, n'ont pas donné des résultats concordants; ces auteurs en concluent que la chaleur dégagée est indépendante du poids. M. Chauveau (*Comptes rendus*, t. CV, p. 300; 1887), dans ses recherches thermo-électriques sur le releveur de la lèvre supérieure du cheval, a vu que l'échauffement de ce muscle est plus grand quand il se contracte à vide, c'est-à-dire quand son tendon est coupé, que quand son tendon est intact.

» Nous avons repris l'étude des phénomènes thermiques de la contraction par la méthode thermo-électrique. Nos expériences ont été faites sur le cobaye chloralisé. Dans des conditions identiques d'excitation du nerf sciatique, les aiguilles se trouvant fixées dans les deux gastro-cnémiens, étant bien assurée que nul déplacement des aiguilles n'était possible, la

(1) Travail des laboratoires de Physiologie et de Physique de la Faculté de Médecine de Paris.

sensibilité du galvanomètre étant presque toujours de $0^{\circ},00125$ pour 1^{mm} de l'échelle, nous avons vu que :

» 1° *Dans le cas d'excitation neuro-musculaire directe, à mesure que le poids augmente, la chaleur dégagée va en diminuant.*

» Voici quelques exemples pris parmi beaucoup d'autres.

Durée de l'excitation : 15^{s}.

		Chaleur.
	gr	cm
I.....	P = 0	19,4
	P = 50	5,8
	P = 100	3,9

Durée de l'excitation : 15^{s}.

		Chaleur.
	gr	cm
II....	P = 0	14
	P = 50	3,2
	P = 0	7,2

Durée de l'excitation : 6^{s}.

III...	P = 0	14
	P = 50	4,5
	P = 100	1,8
	P = 0	3,8

Durée de l'excitation : 30^{s}.

IV...	P = 50	5,3
	P = 20	14,2
	P = 50	5

Température : 37°-38°.
Durée de l'excitation : 6^{s}.

V....	P = 550	1,6	(I = 15)
		2,3	(I = 10)
	P = 150	2,2	(I = 15)
		5,9	(I = 10)
	P = 50	14	
	P = 0	44	

Température : 30°-27°.
Durée de l'excitation : 6^{s}.

VI...	P = 500	1
	P = 0	13,7
	P = 200	1,9
	P = 0	8,5
	P = 500	0,5
	P = 0	4,6

» Voici deux expériences faites immédiatement après la mort.

Durée de l'excitation : 6^{s}.

		Chaleur.
	gr	cm
VII...	P = 100	0,4
	P = 0	2,7
	P = 100	0,35
	P = 0	2,2
	P = 100	0,3

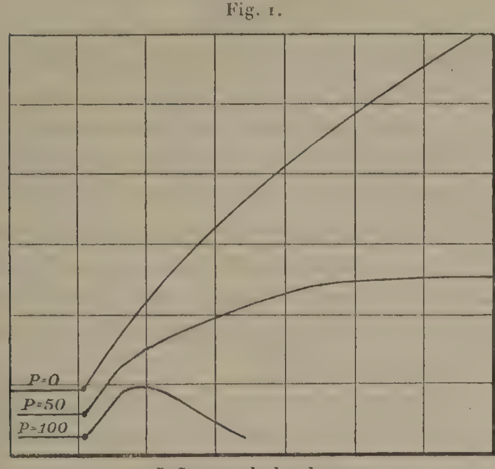
Durée de l'excitation : 6^{s}.

		Chaleur.
	gr	cm
VIII..	P = 0	3,4
	P = 100	0,8
	P = 0	2,5
	P = 300	0,5
	P = 0	1,75

» 2° Cette proportionnalité inverse ne se retrouve pas dans le cas de contraction réflexe. *Dans ce cas, la contraction est d'autant plus forte et la chaleur dégagée d'autant plus grande, que le poids à soulever est plus fort.*

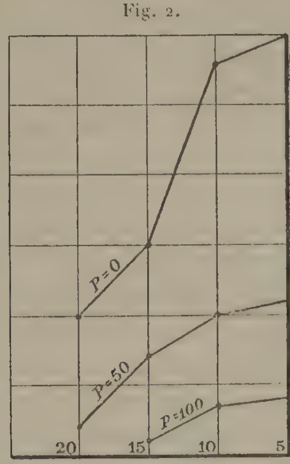
» *Il en est de même dans le cas de contraction volontaire*, comme d'ailleurs M. Chauveau l'a vu sur le muscle biceps (*Le travail musculaire et l'énergie qu'il représente*, p. 103).

Fig. 1.



Influence de la charge.

Fig. 2.



Influence de la charge et de l'intensité de l'excitation.
La hauteur des ordonnées représente le degré d'échauffement.
L'intensité de l'excitation est représentée sur l'abscisse par les chiffres 20, 15, 10 et 5; elle va en augmentant de 20 à 5.

» Dans ces deux cas, ce n'est plus *une excitation* de *même intensité* et d'*égale durée*, comme dans le cas d'excitation neuro-musculaire directe, qui détermine la dépense d'énergie dans le muscle, mais le *système nerveux* intervient et *proportionne*, par une action réflexe immédiate, l'*énergie dépensée* au *travail qui est à effectuer*. »

CHIRURGIE. — *Sur l'ancienneté du tatouage employe comme mode de traitement*. Note de M. **Fouquet** (du Caire), présentée par M. Lannelongue.

« Depuis bien des années, mon attention avait été attirée par des tatouages d'un aspect très particulier. Composés uniquement de lignes ou de points, placés dans les régions les plus variées et souvent les moins ap-

parentes, ils n'avaient aucun des caractères des tatouages que l'on observe habituellement et dont M. le professeur Lacassagne a fait et poursuit encore une si remarquable étude.

» Les malades interrogés cherchaient presque toujours à faire une réponse évasive ; je finis pourtant par savoir que ces raies et ces points étaient le fait d'un traitement presque toujours destiné à combattre, soit une périostite, soit l'inflammation chronique d'une séreuse, gaine de tendon ou articulation. Le plus souvent, sans autre résultat qu'une trace indélébile d'un traitement inutile. Trois fois seulement j'observai des lignes parallèles tatouées au creux épigastrique pour des affections chroniques de l'estomac; six fois deux larges points bleus ou noirs aux tempes, comme traitement de la migraine. Cinq fois des tatouages en forme de gril sur l'articulation du poignet ou sur les malléoles; une fois des points et des raies sur le genou d'une femme de cinquante-quatre ans, atteinte de rhumatisme chronique.

» La plus grande fréquence de ces pratiques chez les Coptes m'avait bien donné à penser qu'il s'agissait de la persistance d'un usage de l'ancienne Égypte, mais le hasard de mes recherches sur l'embaumement devait m'en donner une éclatante et irréfutable preuve, grâce à la momie d'une prêtresse d'Hator, la dame Ament, qui vivait à Thèbes sous la XIe dynastie, il y a cinq mille ans, et trouvée en 1891 par M. Grébaut, dans une tombe inviolée. Le corps est exposé au musée de Ghizeh, dans la salle XVI, sous le n° 115 [1].

» Cette intéressante momie fut développée par mes soins le 8 octobre 1891, avec l'aide de MM. Daressy, conservateur adjoint du musée, et Hervé Bazil, chef du service administratif.

» Lorsque la momie fut mise à nu, nous nous trouvâmes en présence d'une femme, jeune encore, d'une maigreur extrême, aux traits tirés et contractés, la bouche ouverte et tordue par la souffrance. Le ventre, creusé en bateau, porte, d'une façon très visible, trois séries de tatouages et de scarifications, ces dernières faites assez longtemps avant la mort pour avoir laissé des cicatrices apparentes se détachant en blanc sur le ton jaunâtre de la peau et formant une légère saillie :

» 1° Dans le creux épigastrique, un tatouage composé de trois lignes verticales et parallèles, formées de trois traits chacune;

» 2° Un peu au-dessous du nombril, un tatouage moins apparent formé de sept lignes entrecoupées, comme les précédentes, et longues de 5^{cm} environ;

» 3° Toute la région sous-ombilicale est recouverte de lignes courbes parallèles

(1) *Catalogue du Musée de Ghizeh*, p. 37; éd. 1892.

entrecoupées, à concavité supérieure, formées de tatouages et de scarifications plus apparentes sur les fosses iliaques qu'au voisinage de la ligne médiane et dépassant de $1^{cm},5$ environ le niveau des épines iliaques antérieures et supérieures.

» Ces petits traits, colorés en bleu foncé, ont la plus grande analogie avec les tatouages observés sur les Coptes de notre époque. Ils sont formés de points très rapprochés les uns des autres, les lignes colorées ayant sensiblement la même longueur que les espaces de peau saine qui les séparent. Leur examen chez la dame Ament ne peut laisser aucun doute dans l'esprit; il s'agit du traitement d'une affection du petit bassin et très probablement d'une pelvi-péritonite.

» N'est-il pas intéressant de constater presque sans variations, après une longue série de siècles, l'existence de cette pratique médicale. Sur quinze malades qui ont bien voulu répondre franchement à mes questions, sept étaient très affirmatifs et déclaraient en avoir ressenti rapidement les bons effets; six ne se rappelaient pas en avoir tiré un grand soulagement, deux enfin paraissaient regretter d'avoir dû subir ce traitement. Pour douze des malades, le traitement datait de la seconde enfance, c'est-à-dire d'une période de la vie dans laquelle la volonté des parents avait été dominante. Dix de mes sujets étaient des femmes. Ce sont des femmes aussi qui, le plus généralement, font l'opération. Elles traversent les quartiers indigènes en criant à haute voix leur industrie : « Faire les tatouages, » percer les oreilles et couper les clitoris. » La langue arabe, comme le latin, n'a point les pudeurs du français. — Malgré mes recherches sur les momies de femme, il ne m'a pas été possible de savoir si cette dernière opération était déjà pratiquée aux époques pharaoniques. On peut le supposer, car la circoncision, chez l'homme, existait déjà sous la IVe dynastie. »

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *Appréciation médico-légale des lésions traumatiques et détermination de l'identité individuelle par les rayons* X. Note de M. **Foveau de Courmelles**, présentée par M. d'Arsonval.

« Un ouvrier couvreur, victime d'un accident dans l'exercice de sa profession, a pu, ces temps derniers, faire reconstituer sa lésion osseuse remontant à plus d'un an. La visibilité du cal et la forme des fragments rapprochés ont décelé l'infériorité professionnelle et lui ont permis d'actionner son patron en justice.

» Ce procédé de reconstitution des lésions osseuses, longtemps après l'accident, peut également être un moyen de reconnaître les individus dont on retrouverait, par suite de crimes ou de catastrophes, des membres isolés.

» L'âge des lésions et l'identité individuelle peuvent être ainsi révélés par les rayons X. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur les trois ascensions françaises de la troisième expérience internationale.* Note de MM. **Hermite** et **Besançon.**

« Dans ces trois ascensions, la première était la seule qui remplît les conditions arrêtées par la Commission internationale pour l'expérience du 13 mai 1897. Elle a été exécutée par nous, assistés des aéronautes attachés à notre établissement, le 13 mai dernier, à l'usine à gaz de la Villette, à $3^h 33^m$ du matin. Nous n'avions d'autre public que deux employés de la Compagnie du gaz et deux agents de police, qui nous ont aidés lors du lâcher-tout. Le vent était presque nul, le ciel absolument pur et la lumière de l'aube était déjà suffisante pour que les opérations aient pu être exécutées d'une façon très régulière. Cependant, au dernier moment, en retirant la corde de manœuvre, un des aides l'a laissé tomber de telle façon, que l'extrémité a frôlé le panier para-soleil et détaché une tranche verticale du papier argenté. Cet incident a nui considérablement aux observations thermométriques, en permettant aux rayons solaires de pénétrer dans le cylindre d'osier où les instruments sont suspendus.

» Outre le baro-thermographe situé dans le panier para-soleil, nous en avions disposé un semblable dans l'intérieur de l'aérostat, où il a donné des indications excellentes.

» La température, au départ, était de $+1^\circ,5$, et cependant le ballon était couvert d'une couche de glace. La pression barométrique était très voisine de 760^{mm}. Le poids du matériel était de $52^{kg},5$. Le nombre de mètres cubes de gaz employés pour le gonflement a été de 458^{mc}, et la force ascensionnelle déterminée par une expérience directe a été de 312^{kg}, sans tenir compte du poids de glace formé par la radiation nocturne.

» D'après les formules, l'aérostat pouvait s'élever à la pression de 95^{mm} de mercure et nous avons obtenu, d'après l'enregistreur, une pression de 90^{mm} : cette bonification est due au délestage produit par l'évaporation de l'humidité accumulée sur l'enveloppe; cette pression correspondrait,

d'après la formule de Laplace, sans tenir compte des corrections, à une altitude de 17000^m en chiffres ronds.

» A $3^h 45^m$, temps moyen de Paris, l'aérostat a atterri sur le territoire de la commune de Castelletto-Villa, en Italie, dans les parages de Novare, à environ 600^{km} à vol d'oiseau de son point de départ.

» A peu près une demi-heure après l'atterrissage, il a été aperçu un peu à l'ouest de Crevacuore, à une altitude d'environ 1500^m en dessus de cette localité. Il venait probablement de passer au-dessus du mont Rose dont l'altitude atteint 4638^m. Cette direction est exactement celle de Paris et conforme aux observations faites à terre lors du départ. De la Villette, on l'a suivi à l'œil nu pendant une vingtaine de minutes. Il a commencé à se diriger au sud-ouest et on l'a vu se rapprocher progressivement de la direction du sud-est.

» Un peu avant l'atterrissage, lorsqu'il se trouvait à une centaine de mètres d'altitude, on l'a vu ramené très rapidement du côté de l'est sous l'influence d'un courant superficiel, provenant probablement d'une cause locale.

» Les paysans ont averti M. Antonio Motto, le syndic, qui, sortant de sa mairie, n'a eu que 300^m à parcourir pour arriver au point où le panier para-soleil était accroché dans les branches d'un arbre. M. Antonio Motto, connaissant parfaitement le français, a compris l'instruction et l'a suivie ponctuellement, de sorte que les instruments sont parfaitement intacts ainsi que le ballon.

» Après la première demi-heure de marche, le cylindre du baro-thermographe du panier para-soleil a subi un arrêt que nous attribuons à la congélation des huiles fournies par M. Richard. A ce moment, le thermomètre enregistrait — 44°C., température probablement beaucoup en dessus de celle de l'air, à cause de l'admission des rayons solaires due à la déchirure du papier argenté. Cet arrêt du cylindre n'a pas empêché le thermographe et le barographe de fonctionner comme appareils à minima; c'est ainsi que ce dernier a donné la pression de 90^{mm} signalée plus haut.

» Si nous examinons les diagrammes du barothermographe renfermé dans l'intérieur du ballon, nous voyons que la courbe barométrique est sensiblement pareille à celle du baromètre extérieur, mais elle est magnifique et n'a subi aucune interruption. Elle indique que le maximum d'altitude a été obtenu vers 8^h du matin. Cette courbe, qui est très curieuse et très régulière, note un point d'arrêt dans l'ascension, et ce point est suivi d'une réascension lente d'une très longue durée. C'est ce qui devait arriver

par suite de l'action des rayons du Soleil commençant à se produire à partir du moment où sa hauteur a été suffisante.

» La marche du thermomètre dans l'intérieur du ballon n'est pas moins intéressante à examiner.

» Au commencement de l'ascension, la température intérieure est sensiblement plus basse que la température extérieure, ce qui s'explique par la détente du gaz. Elle est tombée à -60°; puis, lorsque le ballon est arrivé à sa couche d'équilibre, la source de froid disparaît et le gaz se réchauffant d'une manière prodigieuse se maintient à $+28^{\circ}$, tandis qu'en dehors la température doit être bien inférieure à celle que nous avons enregistrée d'une façon incomplète, par suite de la brèche pratiquée dans le papier argenté.

» Quoique les deux autres ascensions françaises ne fassent point partie du concours international, nous ne pouvons nous dispenser d'en dire quelques mots :

» Nous avons lancé une nouvelle fois l'aérophile en baudruche de 180^{mc} dont nous ne nous étions pas servis depuis plusieurs années. Parti à 4^{h} du soir, il atterrissait à Egreuil (Nièvre) à $6^{h}40^{m}$, à 240^{km} S.-E. de Paris. La pression minima a été de $0^{m},17$ de mercure et la vitesse moyenne de 90^{km} à l'heure. Un excellent thermomètre enregistreur a marqué 50°.

» Trente-cinq minutes plus tard, on a lancé un petit aérophile de 40^{mc} qui est descendu, au bout d'une heure vingt-cinq minutes de voyage, à Dicy (Yonne), à 120^{km} S.-E. de Paris, ayant marché à raison de $84^{km},720$ à l'heure.

» Ce ballon portait un appareil triple, baro, thermo, hygromètre. Malgré un arrêt du mouvement d'horlogerie que, cette fois, on ne peut imputer au constructeur parce qu'on ne pouvait espérer qu'il atteindrait une altitude aussi élevée et l'on ne redoutait point la congélation de l'huile pour le graissage, il a donné des résultats fort intéressants. Il a donné une température de -28° au point culminant de l'ascension (hauteur du baromètre 321^{mm}). La marche de l'hygromètre a constaté, comme on devait s'y attendre, une diminution rapide de l'état hygrométrique qui est tombé de 60° à terre à $32^{\circ},5$ au point culminant. Cet appareil a montré un accroissement homologue dans la phase descendante. La courbe offre d'autres particularités, sur lesquelles nous nous réservons d'appeler ultérieurement l'attention de l'Académie lorsque nous présenterons un travail d'ensemble. »

M. le SECRÉTAIRE PERPÉTUEL annonce, à la suite de la Communication précédente, que M. le général Venukoff vient de recevoir, de Saint-Pétersbourg, une Lettre de laquelle il résulte que le ballon-sonde a été lancé à 11^h du soir, dans la nuit du 11 au 12 mai. Ramassé par des paysans le 12 dans la matinée à Wouoksa, en Finlande, au nord-ouest de Saint-Pétersbourg, il s'est élevé à 11000^m ; le thermomètre marquait $-75°$ C.

M. ABRAHAM NETTER adresse à l'Académie une *Instruction pratique pour l'emploi de la poudre de camphre dans le traitement des plaies compliquées de pourriture d'hôpital,* Instruction qui résume une Note publiée par la *Gazette des Hôpitaux* (Paris, 1871).

M. RESGOLL adresse, d'Odessa, un Mémoire « Sur les lois du mouvement de l'Univers ».

M. GAUDET adresse une Note sur la formation de l'acide acétique dans une pile à gaz.

M. CHASTRUSSE transmet l'énoncé de plusieurs découvertes scientifiques dont il est l'auteur.

M. BURGAL adresse une Note « Sur un moyen de supprimer une voie d'eau par l'extérieur d'un navire ».

La séance est levée à 5 heures. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 10 MAI 1897.

Bulletin de la Société d'encouragement pour l'Industrie nationale, publié sous la direction des Secrétaires de la Société, MM. COLLIGNON et AIMÉ GIRARD. Avril 1897. Paris, Chamerot et Renouard ; 1 fasc. in-4°.

Traité général des projections, par EUGÈNE TRUTAT, directeur du Musée d'Histoire naturelle de Toulouse, etc. Tome I : *Projections ordinaires*. Paris, C. Mendel, 1897 ; 1 volume gr. in-8°.

Mémoires de l'Académie des Sciences, Belles-Lettres et Arts de Lyon. Sciences et Lettres, 3e série. Tome IV. Paris, Baillière et fils, 1896 ; 1 vol. gr. in-8°.

Annales de la Société d'Agriculture, Sciences et Industrie de Lyon. 7e série. Tome IV. 1896. Paris, Baillière et fils, 1897 ; 1 vol. gr. in-8°.

Revue maritime. Couronnée par l'Académie des Sciences. Tome CXXXII. Mars 1897. Paris, L. Baudoin ; 1 vol. in-8°.

Les Menhirs de Brunoy, par M. ÉMILE RIVIÈRE. Congrès de Bordeaux, 1895. (Extrait du *Bulletin de l'Association française pour l'avancement des Sciences*.) Paris, 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Le Menhir de Boussy-Saint-Antoine et nouvelles recherches à Brunoy, par M. ÉMILE RIVIÈRE. Congrès de Carthage, 1896. (Extrait du *Bulletin de l'Association française pour l'avancement des Sciences*.) Paris, 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Georges Pouchet, 1833-1894, par GEORGES PENNETIER, directeur du Muséum d'Histoire naturelle de Rouen, etc. (Extrait des *Actes du Muséum d'Histoire naturelle de Rouen*.) Fasc. VI. Rouen, J. Leclerc, 1897 ; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

L'emphysème sub-cutané aigu généralisé, par le Dr MELLO BARRETO. 1897. Saint-Paul (Brésil), Riedel et Lemmi ; 1 broch. in-8°.

Transactions of the American Society of Mechanical Engineers. Vol. XVI-XVII. New-York city, 1896 ; 2 vol. in-8°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 17 MAI 1897.

Contribution à l'étude micrographique des terrains sédimentaires, par LUCIEN CAYEUX, préparateur aux Écoles nationales des Mines et des Ponts et Chaussées, etc. Lille, Le Bigot frères, 1897 ; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Marcel Bertrand.)

Annuaire géologique universel, par L. CAREZ, Docteur ès Sciences. Avec le concours de M. A. PÉRON, pour l'Algérie et la Tunisie. Année 1896. T. XIII. Paris, 1897 ; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Gaudry.)

Cours supérieur de Manipulations de Physique, préparatoire aux certificats d'études supérieures et à la Licence, par M. AIMÉ WITZ, Docteur ès Sciences. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1897. (Présenté par M. Cornu.)

Œuvres mathématiques d'Évariste Galois, publiées sous les auspices de la

Société mathématique de France, avec une Introduction par M. Émile Picard, Membre de l'Institut. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1897; 1 fasc. in-8°. (Présenté par M. Émile Picard.)

Bulletin de la Société mathématique de France, publié par les Secrétaires. Tome XXV, n° 3. Paris, Gauthier-Villars et fils; 1 fasc. in-8°.

Mémoires de la Société zoologique de France pour l'année 1896. Tome IX. Lille, Le Bigot frères; 1 vol. in-8°.

Bulletin de l'Académie de Médecine, publié par MM. Bergeron, Secrétaire perpétuel, Cadet de Gassicourt, Secrétaire annuel. Séance du 11 mai 1897. Paris, Masson et Cie; 1 fasc. in-8°.

Revue scientifique. Directeur: M. Charles Richet. 4e série. Tome VII. 15 mai 1897. Paris, Chamerot et Renouard, 1896; 1 fasc. in-4°.

Bureau of statistics of labor of the State of New-York for the year 1895. vol. I-II. New-York, 1896; 2 vol. in-8°.

Ouvrages reçus dans la séance du 24 mai 1897.

Nouvelle étude sur les tempêtes, cyclones, trombes ou tornados, par H. Faye, Membre de l'Institut et du Bureau des Longitudes. Paris, Gauthier-Villars et fils; 1897; 1 vol. in-8°. (Présenté par l'auteur.)

Le terrain carbonifère marin de la France centrale, par A. Julien, Professeur à l'Université de Clermont-Ferrand. Paris, Masson et Cie, 1896; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Marcel Bertrand.)

Toxicologie africaine, par A.-T. de Rochebrune, Docteur en Médecine, Assistant au Museum, etc., précédée d'une préface de M. le professeur Brouardel, Membre de l'Institut. 2e et 3e fasc. Paris, O. Doin, 1897; 2 vol. in-8°. (Présentés par M. Edm. Perrier.)

Premier Catalogue des observations météorologiques faites en France depuis l'origine jusqu'en 1850, par Alfred Angot. Paris, Gauthier-Villars et fils; 1 brochure in-4°. (Présentée par M. Mascart.)

Maladies des plantes agricoles et des arbres fruitiers et forestiers, causées par des parasites végétaux, par Ed. Prillieux, Professeur à l'Institut national agronomique. Paris, Firmin-Didot et Cie; 2 vol. in-8°. (Présenté par M. Guignard.)

Laboratoire d'études de la soie, fondé par la Chambre de commerce de Lyon. Rapport présenté à la Chambre de commerce par la Commission administrative, 1895-1896. vol. VIII. Lyon, H. Rey, 1897; 1 vol. in-4°.

Notice sur les Travaux scientifiques de M. Alfred Angot, Professeur à l'In-

stitut national agronomique et à l'École des Hautes Études de la Marine. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1897; 1 vol. in-4°.

L'Anthropologie. Rédacteurs en chef : MM. Boule, Verneau. Tome VIII, 1897. n° 2. Paris, Masson et Cie; 1 vol. in-8°.

Nouvelles moyennes pour les principaux éléments météorologiques de Genève de 1826 *à* 1895, par Émile Gautier et Raoul Gautier, Directeurs de l'Observatoire. (Extrait des *Archives des Sciences physiques et naturelles*). Genève, Rey et Malavallon, 1897; 1 fasc. in-8°.

Transactions of the south african philosophical Society. Vol. VII. Part. 2, 1896; 1 vol. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 10 mai 1897.)

Note de M. *F. de Salvert*, Sur une formule d'Analyse relative à certaines intégrales de fonctions elliptiques, etc. :

Page 1008, au second terme du premier membre de l'équation (2), *au lieu de*

$$\int_g^k F_2\left(\frac{x}{k}, k\right) \ldots dk,$$

lisez

$$\int_g^k F_1\left(\frac{x}{k}, k\right) \ldots dk.$$